ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE

DE

BUITENZORG.

DIRIGÉES PAR

J. C. KONINGSBERGER
Directeur du Jardin

ET

CH. BERNARD
Docteur ès Sciences.

(Volume XXVI).

DEUXIÈME SÉRIE.

VOLUME XI.

LIBRAIRIE ET IMPRIMERIE
CI-DEVANT
E. J. BRILL
LEIDE — 1912

ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE DE BUITENZORG.

(Volume XXVI.)

DEUXIÈME SÉRIE.

VOLUME XI.

QK 1
.B389
V.26

ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE

DE

BUITENZORG.

DIRIGÉES PAR

J. C. KONINGSBERGER
Directeur du Jardin

ET

CH. BERNARD
Docteur ès Sciences.

(Volume XXVI.)

DEUXIÈME SÉRIE.

VOLUME XI.

Mo. Bot. Garden
1913

LIBRAIRIE ET IMPRIMERIE
CI-DEVANT
E. J. BRILL
LEIDE — 1912.

TABLE DES MATIÈRES.

Pag.

SCHOUTE (J. C.), Über das Dickenwachstum der Palmen . . 1—209

Erklärung der Tafeln 208

GUILLAUMIN (A.), Observations sur quelques plantes critiques de la region indo-malaise rapportées aux Burséracées . . . 210

Explication de la planche XVI 218

ERNST (A.) und BERNARD (Ch.), Beiträge zur Kenntnis der Saprophyten Javas 219

X. Zur Systematik von Burmannia coelestis Don 219

Figurenerklärung zu Tafel XVII. 222

XI. Äussere und innere Morphologie von Burmannia coelestis Don . 223

Figurenerklärung zu Tafel XVIII 233

XII. Entwicklungsgeschichte des Embryosackes, des Embryos und des Eudosperms von Burmannia coelestis Don 234

Figurenerklärungen zu Tafel XIX—XXII 254

FABER (Dr. F. C. von), Spirogyra Tjibodensis N. Sp. (Eine schnell »zerspringende Form" mit parthenosporenähnliche und normale Zygoten) 258

BLAAUW (Dr. A. H.), Das Wachstum der Luftwurzeln einer Cissus-Art 266

Erklärung der Figuren 287

ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE

DE

BUITENZORG.

DIRIGÉES PAR

J. C. KONINGSBERGER
Directeur du Jardin

ET

CH. BERNARD
Docteur ès Sciences.

(Volume XXVI)

DEUXIÈME SÉRIE.

VOLUME XI.

1e PARTIE.

LIBRAIRIE ET IMPRIMERIE
CI-DEVANT
E. J. BRILL
LEIDE — 1912

ÜBER DAS DICKENWACHSTUM DER PALMEN

VON

J. C. SCHOUTE.

(Hierzu Tafel I—XV.)

EINLEITUNG.

Über das Dickenwachstum der Palmenstämme sind bis jetzt schon mehrere Arbeiten veröffentlicht worden. Dennoch ist sehr vieles von den betreffenden Erscheinungen noch nicht genügend bekannt und erklärt; ja wir können sagen, dass unsere Kenntnisse von der Verdickungsweise der Palmen im grossen und ganzen ziemlich dürftig sind. Zwar ist es aus mehreren Messungen bekannt, dass viele Palmen ein lang andauerndes Dickenwachstum besitzen und dass dabei die Vergrösserung einzelner Zellen der primären Gewebe eine bedeutende Rolle spielt, die Neubildung dagegen eine geringere; von dem Umfang dieses Dickenwachstums und von der Weise, in der dieses vor sich geht, sind aber noch wenig genaue Resultate ermittelt worden. Dazu kommt noch, dass gerade die umfassendsten und eingehendsten Arbeiten vielfach aus gewissen Gründen nicht ganz zuverlässig sind. Es wird nämlich allgemein bei der Untersuchung dieser Erscheinungen stillschweigend angenommen, dass, wenn ein Palmenstamm sich nach oben verjüngt, der grössere Durchmesser der unteren Stammteile einem Dickenwachstum zuzuschreiben sei. Ich habe schon bei der Untersuchung über die Verdickungsweise des Stammes von Pandanus [1]) darauf hingewiesen, wie diese falsche Annahme die Autoren zu der Beschreibung eines ganz und gar illusorischen Dickenwachstums

---

1) Annales de Buitenzorg, 2e Ser., Vol. 6, 1907, S. 115.

geführt hat; derselbe Fehler ist zwar bei den Arbeiten über die Palmen nicht ebenso verhängnisvoll, aber doch von grosser Bedeutung.

Der Vegetationskegel des Palmenstammes zeigt, ebensogut wie jeder andere pflanzliche Teil, seine Periodizitätserscheinungen, sodass eine Abnahme des Durchmessers nach oben ebensogut einer Abnahme des Vegetationskegels zuzuschreiben sein kann als einem Dickenwachstum in den unteren Teilen.

Bei der Erforschung des Dickenwachstums kann man im allgemeinen drei verschiedene Wege einschlagen. Erstens kann man einen und denselben Palmenstamm zu verschiedenen Zeiten an den nämlichen Stellen messen. Auf diese Weise bekommt man eine genaue Einsicht in das Dickenwachstum, was seine Dauer und Ausdehnung betrifft; von der Weise, in der das Wachstum stattfindet, ist so aber nichts Näheres zu bestimmen; ob es ein kambiales Dickenwachstum ist oder ob es auf andere Weise vor sich geht, kann nur die Anatomie uns lehren.

Zweitens kann man von einer Kultur der betreffenden Palmenart die jungen und die alten Exemplare miteinander vergleichen. Man kann diese in gleichen Höhen über dem Boden messen und so, wenn die Zahl der Exemplare eine genügende ist, sich ebenfalls über das Dickenwachstum ähnliche Kenntnisse sammeln wie bei der vorigen Untersuchungsweise; mit dem Unterschiede, dass hier die Untersuchung in kurzer Frist vor sich gehen kann, während die vorige Methode Beobachtungen von mehreren Jahren erheischt. Dazu kann man hier die Anatomie zu Hilfe ziehen, weil man hier von verschiedenaltrigen Individuen Abschnitte von gleichen Höhen über dem Boden nebeneinander anatomisch bearbeiten kann.

Drittens kann man bei beschränktem Material von einem Baum mehrere Querschnitte untersuchen. Wenn ein starkes Dickenwachstum vorkommt, so werden die unteren Stammesabschnitte davon die anatomischen Merkmale zeigen müssen; wenn ein geringes Dickenwachstum oder gar keines besteht, wird man aus den oben entwickelten Gründen keine zuverlässigen Angaben erhalten können.

Leider sind bisher die meisten Untersuchungen nach der dritten Methode vorgenommen, sodass dadurch manches einer wiederholten Untersuchung bedarf. Direkte Messungen sind nur vereinzelt ausgeführt worden, sie reichen aber nicht aus, um uns über die Verbreitung und Dauer des Dickenwachstums aufzuklären; nur ist durch diesen Messungen die Existenz des Dickenwachstums einwandfrei festgestellt worden. Die Vergleichung alter und junger Exemplare endlich ist meines Wissens fast noch nicht in Betracht gezogen worden.

Bevor ich zu meinen eigenen Untersuchungen übergehe, werde ich erst eine Übersicht des aus der Literatur Bekannten vorausschicken. Beginnen wir daher mit Berichten über direkte Messungen an Palmenstämmen; was ich davon in der Literatur habe finden können, ist folgendes. Eichler führt in seiner kleinen grundlegenden Schrift [1]) als eine Erfahrungstatsache an, „dass *Livistonen* und andere Palmen, je älter sie werden, immer grössere Kübel beanspruchen." Das ist eine Erfahrung, welche gewiss auf ein Dickenwachstums des Stammes hinweist, obwohl ein Teil der Verdickung auf die nachträgliche Bildung der vielen dicken Wurzeln zurückzuführen ist, welche, wie wir noch sehen werden, dem unteren Ende des Stammes oft entspringen und, wenn sie in grosser Zahl die Rinde emporheben, auch scheinbar den Stamm verdicken. Genaueres finden wir bei Kraus, der nach dem von Barsickow [2]) erstatteten Bericht an javanischen Palmen eine Reihe von Messungen ausführte, welche ein energisches Dickenwachstum aufwiesen. Er fand, „dass bei den betreffenden Palmen, welche durchwegs junge, wuchskräftige Exemplare waren, bereits in der kurzen Zeit von 2—3 Monaten eine deutliche Dickenzunahme vorhanden war. Letztere bedingte bei beträchtlichen Schwankungen, die übrigens keine allgemeinen Gesetzmässigkeiten erkennen liessen, im günstigsten Falle eine Vergrösserung des Stammdurchmessers

---

1) A. W. Eichler. Über die Verdickungsweise der Palmenstämme. Sitzungsberichte Akad. d. Wiss., Berlin, Bd. 28, 1886, N°. XLII, S. 501.

2) Max Barsickow. Über das sekundäre Dickenwachstum der Palmen in den Tropen. Verh. d. phys. med. Ges. zu Würzburg. N. F. Bd. 34, 1901, S. 213.

um 2,5 cm, in den meisten Fällen eine solche von 1—1,5 cm" [1]). Einige weitere Messungen wurden von Alfred Möller in der Naturw. Wochenschrift veröffentlicht [2]), welcher bei *Euterpe oleracea* in 20 Monaten eine Zunahme des Stammes in Brusthöhe von 24.5 auf 29 cm im Umkreis fand.

Schliesslich hat Jost [3]) in der Botanischen Zeitung mitgeteilt, dass im Strassburger Botanischen Garten ein *Archontophoenix Cunninghami* von 1883—1896 gemessen ist. Der Umfang der Stammbasis nahm bis 1893 fortwährend zu, später aber nur in den höheren jüngeren Stammesteilen.

Mehr habe ich von direkten Messungen in der Literatur nicht auffinden können; dieses wenige ist aber vollkommen hinreichend, um das Vorkommen eines Dickenwachstums endgültig zu beweisen.

Vergleichungen zwischen alten und jungen Palmenstämmen findet man in der Literatur noch seltener; darüber ist mir nur bekannt, dass Möller [4]) von *Euterpe* mitteilt, dass alte Stämme immer viel dicker sind als junge.

Die nähere Untersuchung des Dickenwachstums und der dabei stattfindenden anatomischen Vorgänge ist meines Wissens bisher immer nach der dritten Methode vorgenommen, also durch Vergleichung verschiedenaltriger Abschnitte eines einzigen Stammes. Weil nun, wie gesagt, die Periodizitätserscheinungen hier vielerlei fehlerhafte Resultate vortäuschen können, so ist es klar, dass vieles davon einer Nachprüfung bedarf. Dass alle bisherigen Resultate unrichtig sein werden, darf man natürlich nicht erwarten. Dort, wo ein nachträgliches Dickenwachstum vorkommt, wird man es auch in dieser Weise beobachten und die anatomischen Vorgänge studieren können; oft wird man aber dabei auch auf andere Sachen stossen, ohne dass man im stande ist, sich davon zu vergewissern, was dem Dickenwachstum und was der Periodizität zuzuschreiben ist.

---

1) l. c. S. 215.
2) Naturw. Wochenschrift, Bd. 9, 1894.
3) L. Jost, Bot. Zg. 1902, 60. Jahrg., II Abt., Sp. 42.
4) l. c. S.

Wenn die Zahl der Fibrovasalstränge nach oben abnimmt, so kann man nicht wissen, ob dieses durch Neubildung unten oder durch eine geringere von der Endknospe oben gebildete Zahl von Fibrovasalsträngen hervorgerufen wird; ist unten in jedem Fibrovasalstrang die Zahl der Sklerenchymfasern eine grössere oder deren Wand dicker als oben, so kann das ebenfalls auf verschiedene Weise gedeutet werden; die Vermehrung kann nämlich entweder durch nachträgliche Bildung oder durch gleitendes Wachstum entstanden sein, oder auch dadurch, dass die gebildete Zahl der Sklerenchymfasern oder die Wanddicke von vornherein unten grösser war als oben.

In welchem Masse dieses die Ergebnisse der bezüglichen Untersuchungen beeinflussen kann, lässt sich nicht voraussagen, nur kann man aus Analogien aus der Literatur schliessen, dass der Einfluss kein geringer zu sein braucht.

Von Fräulein Tammes [1]) ist die Anatomie des Flachsstengels ausführlich studiert worden; betrachten wir aus dieser Arbeit die Zahl der Perizykelfasern in verschiedenen Höhen des Stengels. Wir finden darüber in Tabelle 13 [2]) z. B. folgendes angegeben. Bei einem erwachsenen, trockenen Stengel von 80 cm Länge wurde beobachtet:

Auf einer Höhe über dem Kotyledonenansatz von	Anzahl der Fasern	Mittlerer Durchmesser der Faser
0,05 cm	155	36 μ
0,5 »	174	33 »
1 »	202	28 »
2 »	293	26 »
4 »	372	25 »
12 »	567	22 »
15 »	585	22 »
21 »	648	21 »
24 »	677	20 »
30 »	624	20 »
40 »	618	20 »
55 »	485	19 »
75 »	200	19 »

1) Tine Tammes. Der Flachsstengel, Natuurk. Verh. van de Holl. Maatsch. d. Wet., 3e Verz., Deel VI, 4e Stuk, Haarlem 1907.

2) l. c. S. 147.

In Tabelle 14 [1]) finden wir von einem zweiten Stengel einer anderen Kultur ganz ähnliche Zahlen, nur steigt die Zahl der Fasern dort von 130 auf 1250, um aber wieder auf 212 hinabzugehen, und der Durchmesser der Fasern sinkt von 99 μ aut 17 μ. Wenn dieses ein Palmstamm gewesen wäre, so hätte man nach der alten gedankenlosen Methode ein Dickenwachstum der Fasern beschrieben, das den Durchmesser der einzelnen Fasern mehr als verfünffachte!

Auch von Monokotyledonen sind einige ähnliche Verhältnisse anzuführen. Lermer und Holzner [2]) haben bei dem Gerstenhalme die Zahl der Fibrovasalstränge bestimmt; sie fanden z. B. in einem bestimmten Halm in den vier höchsten Halmgliedern folgende Zahlen [3]).

	Oben im Gliede		Unten im Gliede	
	innere F.	äussere F.	innere F.	äussere F.
Höchstes Glied	17	17	28	17
Zweithöchstes »	25	24	28	20
Dritt- » »	30	19	32	18
Viert- » »	35	14	30	16

Die Zu- und Abnahmen sind natürlich nur der Periodizität zuzuschreiben und nicht nachträglichen Änderungen. Das nämliche gilt von den von Gravis [4]) mitgeteilten Verhältnissen bei *Tradescantia virginica*, von denen er auf Grund zahlreicher Bestimmungen schliesst, „que les segments successifs d'une tige quelconque contiennent un nombre de faisceaux qui va d'abord en augmentant lentement de bas en haut, puis en diminuant légèrement" [5]). Interessant ist noch dabei, dass Gravis findet:

---

1) l. c. S. 157.
2) Lermer und Holzner. Beiträge zur Kenntnis der Gerste. München 1888.
3) l. c. S. 38, 1.
4) A. Gravis. Recherches anatomiques et physiologiques sur le Tradescantia virginica L. Bruxelles 1898.
5) l. c. S. 74.

„Dans les tiges primaires, les segments les plus complets occupent à peu près le milieu de la région aérienne, bien que ce soit ordinairement au niveau du sol que ces tiges atteignent leur diamètre maximum" [1]). Das heisst also, dass das Maximum der Periode der Zahl der Fibrovasalstränge an einer anderen Stelle liegt als das Maximum der Stengeldicke, ein Ergebnis, wie wir es bei den Periodizitätserscheinungen bekanntlich öfters finden [2]).

Wir müssen also alle Unterschiede in Zahl und Grösse der Elemente, welche zwischen höheren und niederen Stammesabschnitten gefunden sind, einstweilen ausser Betracht lassen. Es bleibt dann aber in der Literatur noch wohl etwas Wesentliches übrig, nämlich die Tatsache, dass man bisweilen in den höheren Stammesabschnitten der Palmen in den Sklerenchymbelägen der Fibrovasalstränge ganz jugendliche Teile findet, während in den älteren Teilen diese ausgewachsen und erwachsen sind [3]). Das ist natürlich kein relatives sondern ein absolutes Ergebnis, und hierin wird zum Teil die Erklärung des Dickenwachstums liegen.

Im übrigen können die Ergebnisse dieser Untersuchungen nur mit benutzt werden, wenn einmal bessere Kenntnisse nach besseren Untersuchungsmethoden vorliegen, einstweilen sind sie noch nicht zu verwerten.

Im folgenden werde ich nun Untersuchungen beschreiben, die nach der zweiten obengenannten Methode der Vergleichung gleichgestellter Teile verschiedenaltriger Pflanzen vorgenommen worden sind. Die Arbeit zerfällt dabei in zwei Teile; in dem ersten sind die Messungen der Dicken der Stämme wiedergegeben, welche ich im Jahre 1903 in Buitenzorg ausgeführt habe, im zweiten die anatomischen Untersuchungen an dem von dort mitgebrachten Material. Der erste Teil wird uns eine Übersicht geben von der Verbreitung und der Grösse des

---

1) l. c. S. 74.

2) Vergl. J. C. Schoute. Über die Verdickungsweise des Stammes von Pandanus. Diese Annalen Vol. 21, 1907, S. 120.

3) Eichler. l. c. S. 507; Helene Kränzlin, Über das Dickenwachstum der Palme Euterpe oleracea, Berichte d. d. Bot. Ges. Bd. 24, 1906. S. 483.

Dickenwachstums, der zweite Teil wird die anatomischen Vorgänge des Dickenwachstums beschreiben, und zwar so, dass dabei die Periodizität die Ergebnisse nicht beeinflussen und entstellen wird.

I. TEIL.

Verbreitung und Grösse des Dickenwachstums bei den Palmenstämmen.

I. Kapitel. Die Messungen.

In diesem Teil werde ich, wie gesagt, die fast ausschliesslich in Buitenzorg ausgeführten Messungen von Palmenstämmen wiedergeben und daraus von vielen Arten Bestimmtes über das Dickenwachstum angeben können. Bei der kurzen Dauer meines Aufenthaltes in Buitenzorg war eine umfassende Untersuchung durch direkte Messung zu verschiedener Zeit ausgeschlossen, sodass ich diese ganz unterlassen habe.

Das Material für diese Messungen im Buitenzorger Garten war von zweierlei Art. Von vielen Palmenarten fanden sich zwei oder mehrere verschiedene Exemplare, jedes getrennt von den anderen für sich stehend. Von anderen Arten, welche auf vegetativem Wege durch unterirdische Ausläufer oder Rhizomen sich vermehren, fanden sich, meistens an zwei oder mehreren Stellen, ganze Gruppen vor, aus vielen Stämmen bestehend. Die in gesonderten Exemplaren wachsenden Arten hatten insoweit hier den Vorzug, dass, sobald eine genügende Zahl von Exemplaren vorliegt, der Schluss einwandfrei gezogen werden kann. Wenn man bei einer Gruppe aber findet, dass der älteste Stamm am dicksten ist und dass die jüngeren etwas dünner sind, so ist dort natürlich noch an individuelle oder wenn man will partielle Variation zu denken: die späteren Stämme können durch geringere Lichtmengen und Ernährung etwas schwächer sein. Solcherweise kann ein geringes Dickenwachstum vorgetäuscht werden oder das Dickenwachstum ein wenig stärker erscheinen, als es wirklich ist. In den einzelnen Fällen ist damit

zu rechnen; wir werden aber aus den Zahlen finden, dass dieser Einfluss im ganzen doch nur wenig störend auf die Ergebnisse wirkt, während dagegen durch die grössere Zahl der Stämme in den Gruppen letztere vielfach gerade ein besseres Zahlenmaterial lieferen als die gesondert gezogenen Arten.

Die Dickenmessungen sind der Einfachheit halber alle in den leicht erreichbaren Höhen bis 2 m über dem Boden ausgeführt worden, mittelst eines gewöhnlichen aufrollbaren Zentimetermasses; nur wenn durch Stacheln oder sonstige Umstände das Band sich nicht um dem Stamm herumlegen liess, sind die Durchmesser bestimmt worden, was natürlich weniger genau ist.

Die Bestimmung der Höhe der Bäume, bei der eine grössere Genauigkeit nicht erforderlich war, geschah mittelst eines einfachen, hölzernen Höhenmessers (S. Fig. 1). Der drehbare Schenkel *a* war in *b* mit einem kleinen Nagel versehen, ebenso waren an dem anderen Schenkel an den Punkten 0 bis 28 Nägel eingeschlagen, je 1 cm voneinander. Der Abstand *b*—0 war 15 cm. Zur Höhenmessung eines Baumes wurde der Apparat in 15 m Entfernung von dem Baume (15 m = 18 grossen Schritten) in einen in den Boden gesteckten Bambu-Stock gesetzt, und zwar so, dass die Linie *b*—0 auf die Stammbasis gerichtet war. Wenn nun die Linie von *b* nach dem Gipfel des Stammes z. B. über Punkt 12 ging, so war der Baum 12 m hoch. War auf 15 m von dem Stamm keine entsprechende Beobachtungsstelle, so konnte man eine auf $7^1/_2$ m oder auf 30 m wählen, nur musste dann die gefundene Zahl durch 2 dividiert bezw. mit 2 multipliziert werden.

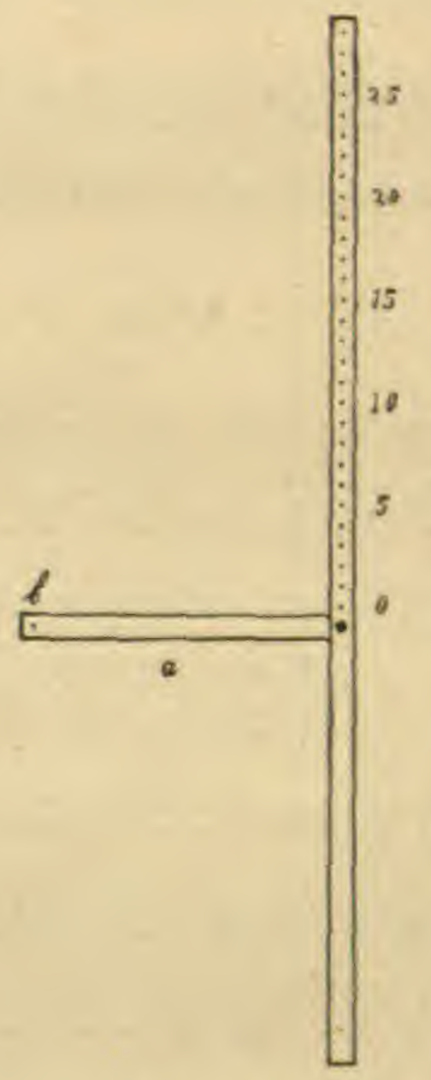


Fig. 1
Höhenmesser.

Die untersuchten Arten führe ich hier nun in alphabetischer Folge an. Von jeder Art gebe ich die gefundenen Masse wieder und bei den meisten Arten dazu eine graphische Darstellung. Für die Erklärung dieser Figuren siehe S. 11; hier sei nur bemerkt, dass diese Figuren alle direkt vergleichbar sind, indem sie alle in dem gleichen Massstab gehalten sind.

Von einigen Arten habe ich nicht nur Dicke und Länge des Stammes, sondern auch die Internodiumlänge oder die Zahl der lebendigen Blätter bestimmt; dieses geschah, weil, wie oben bemerkt wurde, bei den in Gruppen stehenden Stämmen durch Rückgang der Kultur ein Dickenwachstum vorgetäuscht werden kann. Durch Beachtung derartiger Merkmale ist nun öfters die Möglichkeit einer Kontrolle gegeben.

Die Nomenklatur der Palmen im Buitenzorger Garten hat sich seit 1903 nicht unerheblich verändert, zumal auf Veranlassung der Bestimmungen Beccaris. Weil mehrere der von mir notierten Namen nicht mehr im Bulletin N° 31 [1]) vorkamen, so habe ich mich brieflich an das Departement van Landbouw gewandt, und bin durch die mir gütigst erteilte Auskunft im stande gewesen, die Nomenklatur der jetzigen des Gartens anzupassen. Dabei ergab sich, dass mehrere damals als getrennte Arten gezogene Formen jetzt als zu derselben Art gehörig betrachtet werden, sodass dadurch die Zahl der untersuchten Arten von 114 auf 96 zurückging. Meistens ergab sich dabei, dass die so zusammengezogenen Formen in ihren Wachstumsverhältnissen ähnlich waren; in einigen Fällen war aber ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Formen vorhanden.

Weil bei den gesondert stehenden Exemplaren der Standort jedes Stammes angegeben ist, so ist für andere Untersucher, welche in Buitenzorg arbeiten, die Möglichkeit gegeben, von vielen Arten das Wachstum des Stammes seit Anfang 1903 leicht zu bestimmen. Es wäre mir sehr angenehm, wenn vorliegende Arbeit auch in dieser Richtung noch von einigem Nutzen sein könnte.

1. **Acanthophoenix rubra** Wendl.

Exemplare von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0,3	1	2 m
II F 49	1,45	2½	83	54	—
V K 92	7	8	121	77½	66½
V K 105	10	11	127	77	77

1) Palmiers du Jardin Botanique de Buitenzorg, Batavia 1909.

Wie in allen weiteren Tabellen ist die Höhe in m angegeben, der Umfang in cm. Obwohl die Zahl der Exemplare gering ist, so ist ein gutes Dickenwachstum dennoch sehr wahrscheinlich. Das erste Exemplar hatte auf 1,45 m Höhe einen Umfang von $49^1/_2$ cm. Zugleich ist deutlich, dass der Stamm nach oben durch Abnahme der Endknospe dünner ausgebildet wird, weil das erste Exemplar auf 0,3 m schon dicker ist als das dritte auf 1 und 2 m.

2. **Acanthorhiza aculeata** Wendl.

Exemplare von	Höhe bis an die Blattscheiden	Durchmesser des Stammes auf			
		0	0,7	1	2 m
V H 43*a*	0,15	10 [1])	—	—	—
V K 82*a*	0,50	13 bis 15	—	—	—
V K 82	2,25	16	$10^1/_2$	10	7
V H 43	±5	?	17 (?)	15 bis 16	16

Diese Zahlen weisen entschieden auf starkes Dickenwachstum hin. Der vielen emporwachsenden Wurzeldornen wegen sind hier keine Umfänge gemessen, sondern die Durchmesser mittelst eines hölzernen Masses geschätzt worden. Diese Dornen, zwischen welchen sich viel Humus ansammelt, machten die Stämme schliesslich ganz unsichtbar. Bei dem vierten Exemplar war daher der scheinbare Durchmesser in Bodenhöhe 30 cm, auf 0,7 m 24 cm, auf 1 m 19 cm.

Fig. 2 [2])
Acanthorhiza aculeata.

---

1) Auf 5 cm über dem Boden statt in Bodenhöhe gemessen.

2) Die Einrichtung der graphischen Darstellungen Fig. 2—65 wird ohne weiteres klar sein. Die Höhe ist durch eine ausgezogene Linie H in $^1/_{300}$ der natürlichen Grösse wiedergegeben worden, der Stammesumfang durch verschieden punktierte Linien in $^1/_{30}$. Wenn wie hier der Stammesdurchmesser bestimmt worden ist, so ist dieser für die Darstellung in einen Umfang umgerechnet worden. Weil die Exemplare nach der ansteigenden Höhe geordnet sind, so bezeichnet die Neigung der Umfangslinien das Dickenwachstum.

3. **Acoelorrhaphe Wrightii** Wendl.

Drei Gruppen von V K 67, V K 70 und V K 85. Die sehr lange persistierenden Scheiden machten Messungen ohne Fällung der Stämme fast unmöglich. Bei allen drei Gruppen zeigte aber schon der Augenschein ganz deutlich, dass kein Dickenwachstum vorkam, da die verschiedenaltrigen Stämme in der Dicke wenig verschieden voneinander waren.

4. **Actinophloeus Macarthurii** Becc.

Von dieser Art war viel Material vorhanden, das aber nicht gleichgeartet war. In der graphischen Darstellung sind daher die Gruppen von XII C 3, XII E 60, XII E 112 und V K 2 getrennt gehalten. Letztere Gruppe führte früher den Namen *Ptychosperma* sp. Papoea Segor, die anderen hiessen *Ptychosperma Macarthuri* Wendl.

XII C 3

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0	0,5	1 m
1	0,55	0,83	24	10½	—
2	1,30	1,68	29	17	13½
3	1,50	1,90	35	20½	18½
4	1,53	1,92	37	21	20
5	2,40	3	42	22	20½

Deutliches Dickenwachstum, das aber nicht sehr lange anzudauern scheint. Auffallend ist das Wachstum in Bodenhöhe, das von der Wurzelbildung herrühren mag. Das nämliche Resultat finden wir bei der älteren Gruppe XII E 60, wo die Stämme aber sämtlich dünner sind.

Exemplar Nr. [1])	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf		
		0	0,5	1 m
1	2½	16	15	14½
2	2½	—	15	13
3	2,95	37½	21	20
4	3,10	37	21½	20
5	4¾	47	21½	21

XII E 112*a*

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf			
		0	0,5	1	1,7 m
1	1,47	24½	19½	19½	16
2	2,12	28	20	18	15
3	2,31	28	20	19	15
4	2,33	33½	21	19	15
5	3¾	31	20½	19	17
6	5	28½	22	15½	14
7	5	33	22	20½	19
8	5½	30½	24	21	19

Das Verhältnis der Zahlen ist hier ganz anders als bei den vorigen Gruppen, das Dickenwachstum fehlt vielleicht ganz, oder es ist jedenfalls gering.

V K 2

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			Länge des Internodiums auf 0,5 m
	Scheiden	Blattstiele	0	0,5	1 m	
1	0,50	0,80	15	8½	—	10½
2	1,15	1,55	17½	10½	8½	14
3	1,27	1,40	14½	10½	8	11½
4	1,35	1,80	18½	10½	8	11½
5	2,02	2,40	22	15½	13½	12
6	2,10	2,50	24	16	13½	10½
7	2,20	2,60	26	17	14½	12½
8	2,70	3,10	20	14½	12	14½
9	2,90	3,30	21½	15	12	12
10	3,20	3,60	23	15	13½	11
11	3,40	4,00	20	14½	12	8½
12	3,60	4,00	21	17	15	10
13	3,60	4,00	22	16	13½	8
14	3,60	4,00	25	20	16½	10½
15	3,70	4,10	25	17½	16	10

1) Nr. 1 und 2 XII E 60*a*, 3—5 XII E 60.

Bei dieser letzten Gruppe ist deutlich ein nicht lange andauerndes Dickenwachstum zu erkennen. Bei dem fünften Exem-

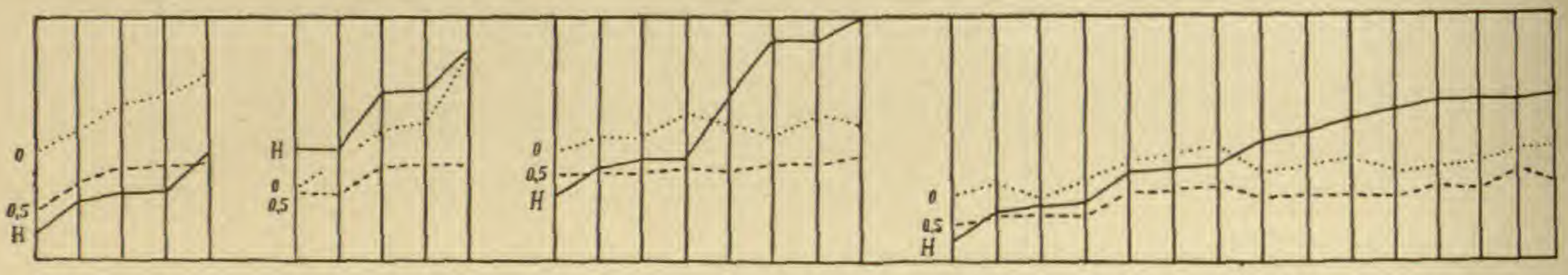


Fig. 3. *Actinophloeus Macarthurii.* Gruppen von XII C 3 (links) XII E 60, XII E 112 und V K 2 (rechts).

plar ist die definitive Dicke in den betrachteten Höhen erreicht, bei 2 m freier Stammeslänge also. Die Internodienlängen sind bei den später entstandenen Stämmen durch geringeren Lichtgenuss, etwas grösser als bei den ältesten.

Bemerkenswert war noch, dass nur Nr. 15 einen radial symmetrischen Stamm hatte, bei allen anderen war der Durchschnitt elliptisch und zwar so, dass der längste Durchmesser der Ellipse auf Nr. 15 hingerichtet war. Die Erklärung dieser Erscheinung liegt darin, dass Nr. 15 der zuerst gepflanzte Stamm war, aus dem durch Ausläuferbildung die sonstigen Stämme entstanden sind. Diese letzteren sind nun, unter dem Einfluss der einseitig stärkeren Beleuchtung oder ähnlicher durch ihre Stellung bedingter Einflüsse, bilateral symmetrisch entwickelt.

Wir haben also wahrscheinlich unter demselben Namen hier zwei oder drei verschiedene Formen, von denen wenigstens eine ein deutliches Dickenwachstum besitzt, die andere ein solches aber nur in geringem Grade aufweist.

5. **Actinophloeus propinquus** Becc. **var. Keyensis** Becc.

Unter diesem Namen sind zwei früher als *Ptychosperma* bezeichneten Arten vereint, nämlich *Ptychosperma* sp. Kei von V K 1 und *P.* sp. Wokam von X D 29.

V K 1

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden.	Umfang des Stammes auf	
		0	0,5 m.
1	0,25	7½	—
2	0,38	8	—
3	0,50	9	5
4	0,69	8	5
5	0,72	7	4½
6	0,89	10	6
7	1,00	8	6
8	1,05	8	5½
9	1,48	8½	7
10	1,58	9	7
11	1,86	9	6

Kein Dickenwachstum. Die Endknospe nimmt während des Wachstums ab, weil auf ½ m der Umfang geringer ist als in Bodenhöhe.

Fig. 4. *Actinophloeus propinquus* var. *Keyensis* von V K 1.

Gruppen von X D 29 und X D 29*a*.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			Länge des Internodiums auf 0,5 m
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,5	1 m	
1	0,16	0,50	11	—	—	—
2	0,20	0,60	11	—	—	—
3	0,26	0,60	10	—	—	—
4	0,37	0,75	13½	—	—	—
5	0,64	0,85	11	8½	—	9
6	0,60	0,95	13	9	—	11
7	0,81	0,97	14	9	—	11
8	0,75	1,15	19	12	—	10
9	0,96	1,28	16½	11½	—	11
10	0,95	1,30	15	9½	—	12½
11	1,05	1,45	22	18½	11½	8
12	1,05	1,50	22½	13½	10½	10
13	1,10	1,50	22	15½	12	10½
14	1,35	1,85	24	18	15	9
15	1,40	1,80	22	17	13½	9½
16	1,42	1,80	23	13	10½	11
17	1,45	1,95	24	15½	12	10
18	2,10	2,50	28	20	17	8½
19	2,26	2,66	29½	20	19	12
20	2,72	3,10	28	22	20½	10

Diese von der vorigen deutlich verschiedenen Gruppen zeigen ein starkes andauerndes Dickenwachstum. Die Internodiumlängen sind hier bei älteren und jüngeren Stämmen etwa gleich; die stärksten Exemplare haben hier vielmehr deutlich die kürzesten Internodien.

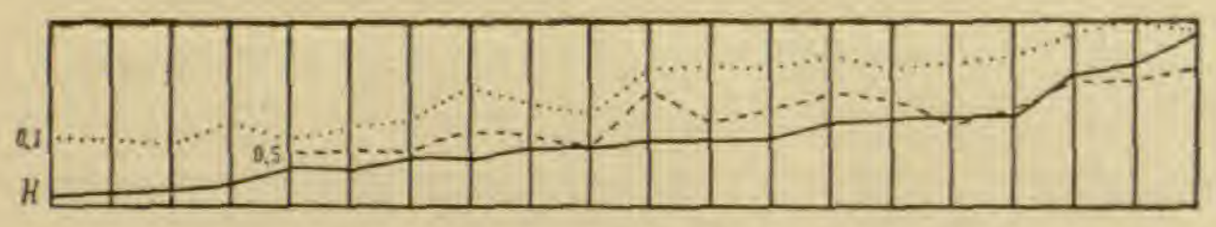


Fig. 5. *Actinophloeus propinquus* var. *Keyensis* von X D 29

Von einer Abnahme des Vegetationskegels nach oben ist nichts zu bemerken, da die gerade frei gewordenen Stammesteile stets etwa 10 cm Umfang haben.

6. **Archontophoenix Alexandrae** Wendl. et Drude.

Exemplare von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0	0,4	1	2 m
ohne Bezeichnung	1,9	2,9	96	67	55	39
XIII E 111*a*	3½	4½	132	—	68½	54
ohne Bezeichnung	4	5	115	83	69	57
XIII E 111	4	5¼	123	—	67½	58
V K 3*a*	6¾	8	144	118	77	72
V K 3	9	10¼	—	129	90	77

Deutlich ein starkes Dickenwachstum, das den Durchmesser etwa verdoppelt. Bei dem letzten Exemplar war an der Basis Wurzelbildung aufgetreten, welche die auf 0,4 cm gefundene Zahl 129 vielleicht noch etwas beeinflusst hat. Das Dickenwachstum scheint nach den Zahlen zwar bei den eben freigewordenen Stammteilen am energischsten zu sein, dauert aber augenscheinlich lange an. Man vergleiche auch das S. 4 Mitgeteilte über die Messungen in Strassburg.

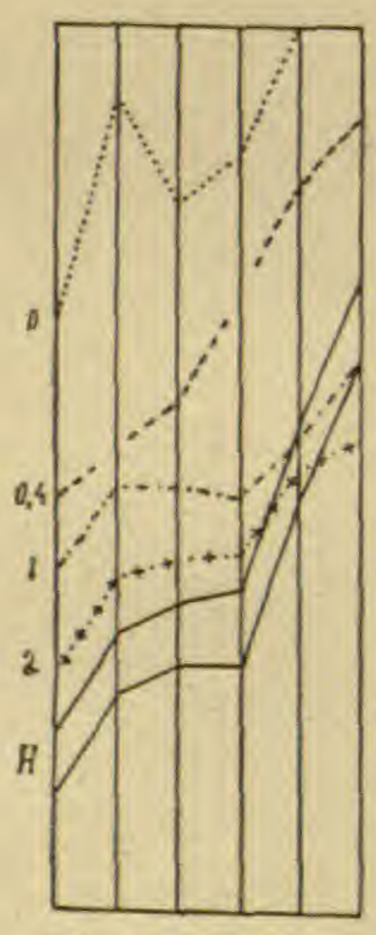


Fig. 6. *Archontophoenix Alexandrae.*

7. **Areca Alicae** F. Muell.

Ein einzeln wachsender Stamm von X D 54 und zwei Gruppen, von X D 54*a* und XII E 102. Weil die Exem-

plare von XII E 102 sämtlich viel dünnere Stämme hatten, so sind diese Stämme hier von den anderen getrennt gehalten. Vielleicht war es nicht dieselbe Art oder eine andere Varietät.

Exemplare von X D 54

Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,35	1 m
1	0,13	0,55	30	—	—
2	0,18	0,65	28	—	—
3	0,18	0,80	28	—	—
4	0,37	0,80	23	13½	—
5	1,02	1,60	34	23	22
6	1,95	2,50	38	23	23

Nr. 4 war von X D 54, die anderen waren von 54*a*.

Exemplare von XII E 102

Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,35	1 m
1	0,20	0,60	12	—	—
2	0,30	0,50	15½	—	—
3	0,35	0,80	14	10	—
4	0,65	1,10	12	8½	—
5	1,42	1,85	13½	11	9
6	1,45	1,90	16½	12	10½
7	2,30	2,75	15½	12½	11

Diese sieben Exemplare waren alle Randexemplare einer grösseren Gruppe; in der Mitte standen noch 8 weitere Stämmchen. Aus beiden Tabellen ist ersichtlich, dass hier entweder gar kein oder vielleicht eher noch ein ganz schwaches Dickenwachstum stattfindet. Dennoch ist die Abnahme des Stammes nach oben sehr bedeutend, dieses muss also einer Abnahme des Vegetationskegels zugeschrieben werden.

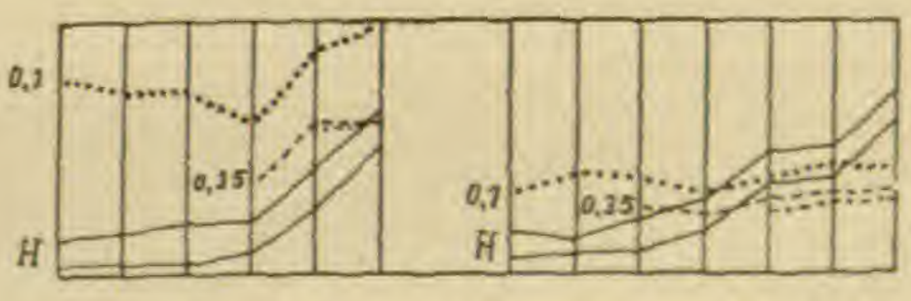


Fig. 7. *Areca Alicae* von X D 54 (links) und XII E 102.

8. **Areca Catechu L. var. alba.**

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,15	1 m
XIII A 6*a*	0,60	1,20	25	23	20
XII E 23	1,30	1,85	46	32	23
XIII A 6	2,25	2,90	40½	38	31
XII E 23*a*	2,85	3,70	40	40	39

Deutliches Dickenwachstum, das den Stammdurchmesser etwa verdoppelt, dann aber bald aufzuhören scheint.

Fig. 8. *Areca Catechu* var. *alba*.

Auch von den Pinangpalmen aus den Kampongs in Buitenzorg habe ich einige gemessen und bekam dabei ein ähnliches Resultat. Die Varietät war mir dabei nicht bekannt, sie wurde deshalb nicht berücksichtigt.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf 1 m
1	1,10	16
2	1,80	36
3	1,80	32
4	2,00	37
5	3,15	47
6	4	39½
7	4½	45
8	4½	54½
9	6	47
10	6½	33
11	9½	42
12	10	44
13	14½	47

Nur das erste niedrigste Exemplar ist dünner, die übrigen nehmen nicht mehr zu; das Dickenwachstum erlischt hier bald.

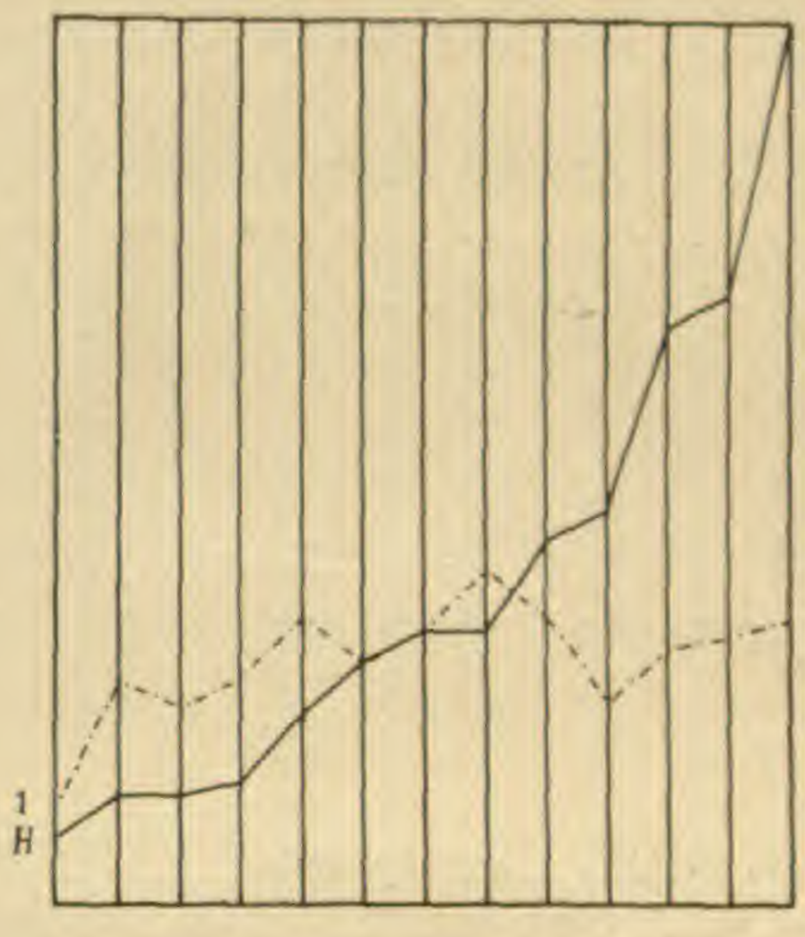


Fig. 9. *Areca Catechu.*

9. Areca imperialis Hort. [1])

Eine Stammgruppe von XII E 78

Nr.	Höhe bis an die Blätter	Umfang des Stammes auf 1 m	Länge des Internodiums auf 1 m
1	1,75	33	10½
2	2,00	29	13½
3	2,70	27	12
4	3½	33	20
5	3½	37	11½
6	3¾	35	13
7	4¾	40	11
8	6¾	41	10
9	7	41	8
10	9	42	11½
11	11	51	10

Das lange andauernde Dickenwachstum ist hier sehr wahrscheinlich. Die Länge der Internodien nimmt wahrscheinlich ein wenig ab. Dieses ist natürlich, wenn es angenommen werden muss, einem geringen Etiolement der jüngeren, später gebildeten Exemplare zuzuschreiben; das Dickenwachstum ist also vielleicht etwas weniger stark, als man aus den Zahlen ableiten darf: dass der ganze Unterschied in der Stammesdicke zwischen älteren und jüngeren Stämmen durch einen Rückgang der Gruppe veranlasst wird, ist aber nicht wahrscheinlich.

Fig. 10. *Areca imperialis.*

1) Ohne Namen, war aber nach dem Mandur JEHERI *A. imperialis*, das Namenbrettchen sollte noch nicht lange verschwunden gewesen sein.

10. **Areca macrocalyx** Zipp.

Exemplare von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0	1	1,5 m
V H 23*a*	1,00	1,35	15	14½	14
X D 21	1,55	1,80	16	12	10
V H 23	2,75	3,00	24	15	14

Spricht gegen das Vorhandensein eines Dickenwachstums. Bei dem dritten Exemplar war die Verdickung in Bodenhöhe eine sehr lokale.

11. **Areca Normanbyi** F. Muell.

Exemplare von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0	1	1,5
X D 38	0,68	1,21	17	(11)	—
XII C 7	1,83	2,45	56	26	21

Diese wenigen Zahlen deuten entschieden auf starkes Dickenwachstum hin. Die Zahl 11 des ersten Exemplares ist in Klammern gestellt, weil der Stamm dort noch mit Blattscheiden umgeben war.

12. **Areca triandra** Roxb.

Exemplare von XII E 49.

Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf				Länge des Internodiums auf 0,5 m
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,5	1	2 m	
1	0,77	1,07	14	8	—	—	6
2	0,93	1,43	15	10	—	—	6½
3	1,40	1,70	13½	10	8½	—	8
4	2,02	2,40	17	12	12	8	10
5	3¼	3½	17½	14	13	13	18
6	3¾	4	18	14½	15½	13	17
7	3¾	4	19	15	15	13	18
8	4¼	4½	18	15	15½	15	12

Exemplare von II G 8*a*.

Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf				Länge des Internodiums auf 0,5 m
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,5	1	2 m	
1	0,14	0,50	8½	—	—	—	—
2	0,48	0,90	13	10	—	—	12
3	0,68	1,10	13	10	—	—	13
4	0,75	1,15	14	10	—	—	10½
5	1,30	1,80	14½	11	10	—	10½
6	1,99	2,45	16	13½	12½	11	13½
7	2,40	2,80	15½	12½	12½	11½	16½
8	2,40	3,00	17	13	12½	12	14½
9	2,80	3,30	17½	15	15	15	12½

Exemplare von II G 8

Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf				Länge des Internodiums auf 0,5 m
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,5	1	2 m	
1	0,23	0,50	8	—	—	—	—
2	0,31	0,57	7½	—	—	—	—
3	0,33	0,60	9	—	—	—	—
4	0,50	0,82	8	6	—	—	3
5	1,00	1,30	9½	7	6½	—	5½
6	1,20	1,50	10	7	6½	—	6
7	1,28	1,55	11	8	7	—	9½
8	2,15	2,50	11	9½	9	7½	10
9	2,60	2,90	9	9½	9½	8½	7½
10	2,65	3,00	9½	9	9	8	7
11	3¼	3½	11	10	10	10	11½
12	4¼	4½	11	10	10	9	10
13	4¼	4½	14	11½	11	11½	13
14	6	6¼	13½	11½	12	11	12

In allen diesen drei Gruppen nimmt mit der Höhe die Stammesdicke zu. Ob jedoch das Dickenwachstum dafür ganz

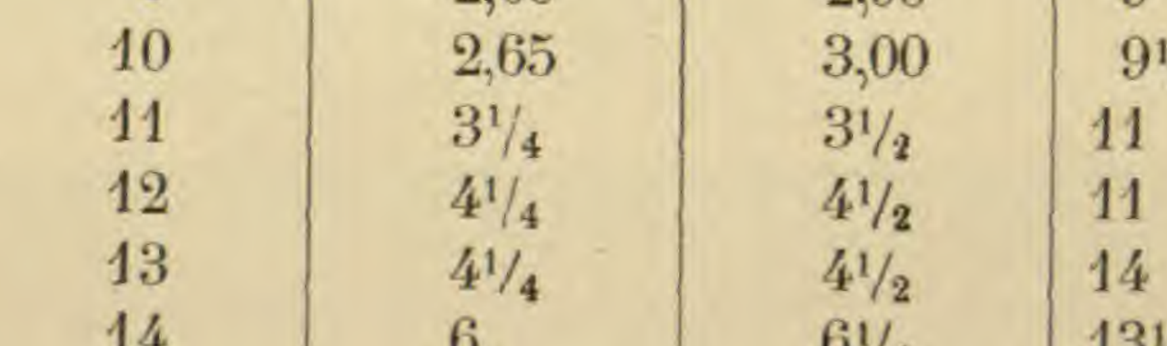


Fig. 11. *Areca triandra* von XII E 49 und II G 8*a*.

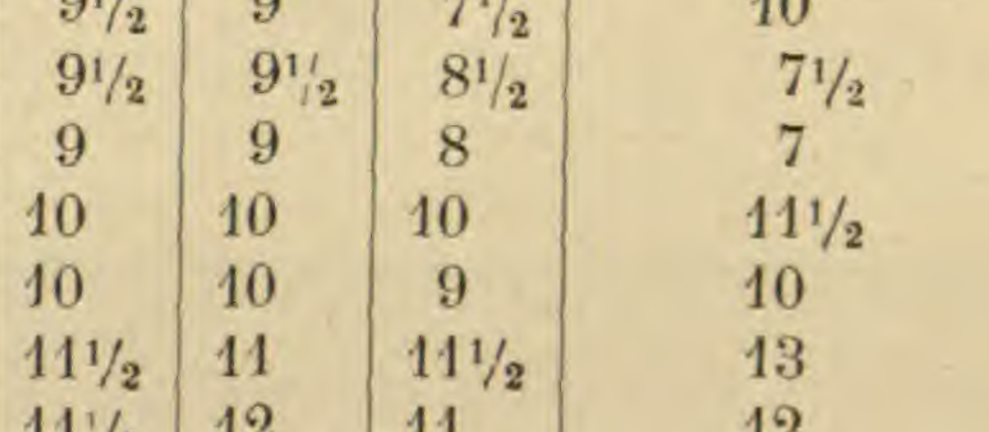


Fig. 12. *Areca triandra* von II G 8.

in Auspruch zu nehmen ist, ist nicht so leicht zu sagen; bevor ich diese Zahlen aber näher betrachte, werde ich von einer

Varietät derselben Pflanze noch die ganz ähnlichen Zahlen anführen. Nur ist mitzuteilen, dass die letzte Gruppe schlecht aussah und offenbar im Rückgang begriffen war. In den graphischen Darstellungen ist diese Gruppe deshalb von den beiden anderen getrennt gehalten (Fig. 12).

13. **Areca triandra** Roxb. **bancana** Scheffer.

Exemplare von II J 8

Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf				Länge des Internodiums auf 0,5 m
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,5	1	2 m	
1	0,57	1,00	14	8	—	—	8
2	0,95	1,20	12	8½	—	—	5
3	1,90	2,30	13	9½	9	—	11
4	2,10	2,40	12	10½	9	5½	11
5	2,10	2,50	14½	12	9½	7½	11
6	2,50	2,80	13	11½	11	8½	12
7	3	3¼	13½	12	11½	10	12½
8	3	3¼	12	11½	12	10	13
9	3¼	3½	15	14	11	9	13

Exemplare von II J 8*a*

Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			Länge des Internodiums auf 0,5 m
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,5	1	
1	0,15	0,35	16½	—	—	—
2	0,55	0,95	22	12	—	5
3	0,90	1,20	19	13	—	6
4	1,65	2,10	20	16½	14	7

Wie bei den zuerst betrachteten drei Gruppen dieser Art nimmt der Stammesumfang mit den Höhen zu. Es fällt aber sofort auf, dass in den einzelnen Gruppen die Stammesdicken sehr weit auseinandergehen, so dass z.B. der jüngste Stamm der Gruppe von II J 8A schon einen grösseren Umfang hat als der älteste von II J 8, der mehr als

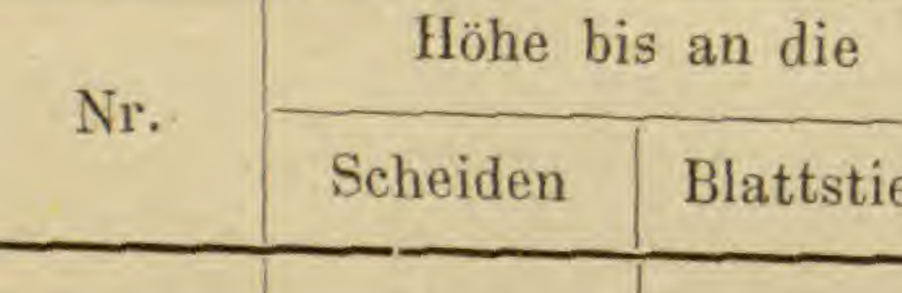


Fig. 13. *Areca triandra bancana* von II J 8 (links) und II J 8*a* (rechts).

3 m höher ist. Das ist wahrscheinlich einem Unterschied in den allgemeinen Ernährungsverhältnissen zuzuschreiben; die junge Gruppe II J 8A war ganz kräftig und gesund, die ältere Gruppe II J 8 bildete einen Kreis um eine leere, vielleicht erschöpfte Stelle herum. Wenn aber Ernährungsunterschiede die Stammesdicke so beeinflussen können, so fragt es sich, ob nicht die ganze Zunahme des Umfanges bei den älteren Stämmen scheinbar ist und dadurch veranlasst wird, dass in einer Gruppe die späteren jüngeren Stämme weniger gut ernährt sind.

Ich glaube nun, dass dieser Umstand hier jedenfalls von Einfluss gewesen ist, dass aber dennoch ein schwaches Dickenwachstum besteht. Etwas Näheres lehren uns die Internodiumlängen noch davon. Bei drei von den fünf betrachteten Gruppen (XII E 49, II G 8 und II J 8) nimmt die Internodiumlänge mit der Höhe zu. Ein solches Verhalten ist, weil ein andauerndes Längenwachstum des Stammes doch nicht anzunehmen ist, nur durch Rückgang der Gruppe zu erklären oder durch eine intensivere Beleuchtung durch eine Lichtung ringsumher. Bei den Gruppen II G 8 und II J 8 war offenbar ein Rückgang der Gruppe die Veranlassung der kürzeren Internodien, und sonst auch der geringeren Stammesdicken; die niedrigen Internodiumlängen von II J 8*a* sind wahrscheinlich starkem Lichtgenus zuzuschreiben.

Die Gruppe II G 8*a*, welche gleichbleibende Internodien zeigt, hat aber dennoch bei den jüngeren Stämmen entschieden geringeren Umfang als bei den älteren, sodass auch hier wohl das Dickenwachstum, wenigstens zum Teil, die Ursache der gefundenen Erscheinungen sein muss.

14. **Areca triandra** Roxb. **var. Keyensis** Becc.

Früher als *Ptychosperma* sp., von II F 26 bezeichnet.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes			Länge des Internodiums auf 1 m
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,5	1 m	
1	0,37	0,70	14	—	—	—
2	1,04	1,65	16	11	9	10
3	1,20	1,70	21½	14½	13	17
4	1,68	2,15	19	14	12½	13½
5	1,70	2,15	19	12½	11½	11
6	3¾	4¼	23	17	15	15

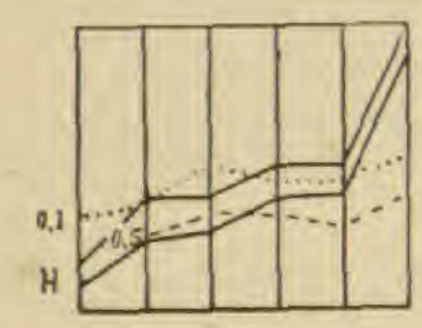


Fig. 14.
Areca triandra var. *Keyensis.*

Diese Zahlen bestätigen das vorhin erhaltene Resultat; ein geringes Dickenwachstum ist vorhanden, der Vegetationskegel nimmt nach oben deutlich ab.

15. **Areca sp. Groot Kei.**

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,5	1 m
II F 51	1,00	1,70	31	26	29
II F 51*a*	2,70	3,25	33	32	30

Deutet auf Fehlen oder jedenfalls schwache Entwickelung des Dickenwachstums hin.

16. **Areca sp. N. Guinea.**

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf	
	Scheiden	Blattstiele	0,15	1 m
XII E 26	1,26	1,70	38½	17
?	8¼	9	55	38

Wahrscheinlich Dickenwachstum.

17. **Arenga obtusifolia** Mart.
Gruppe von K 115

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Blätter	Umfang des Stammes auf			Länge des Internodiums auf 1 m
		0	1	2 m	
1	4½	71	52	50	9
2	5	78	35½	30	9
3	5¾	79	57	57	15½
4	6	86	52	47	10½
5	8	116	73	67	16
6	9	89	67½	60	20
7	10½	87	59	58	15
8	11	74	54½	57	15
9	11¾	92	58	58	16½
10	12½	76	62	65	13
11	13	110	83	76	17
12	15 [1]	102 [2]	70	70	17
13	16 [1]	118	93	95	16
14	16¾	112	90	91	17
15	18	119 [2]	91	90	16
16	18	112	92	88	17
17	18 [1]	116	97	94	20
18	18 [1]	117	83	89	?

1) Nicht gemessen, sondern geschätzt nach Analogie der anderen Stämme.
2) Etwas zu dick durch Wurzelbildung.

Diese Gruppe zeigt ein deutliches, aber nicht starkes, andauerndes Dickenwachstum; die Internodien sind ziemlich wohl gleichbleibend, nur kürzer bei den allerjüngsten Stämmen. Die Exemplare 1, 5, 6, 11 und 13—18 bildeten zusammen Gruppe V K 115, die sonstigen V K 115*a* mit Ausnahme des freistehenden Exemplars Nr. 3 ohne Bezeichnung.

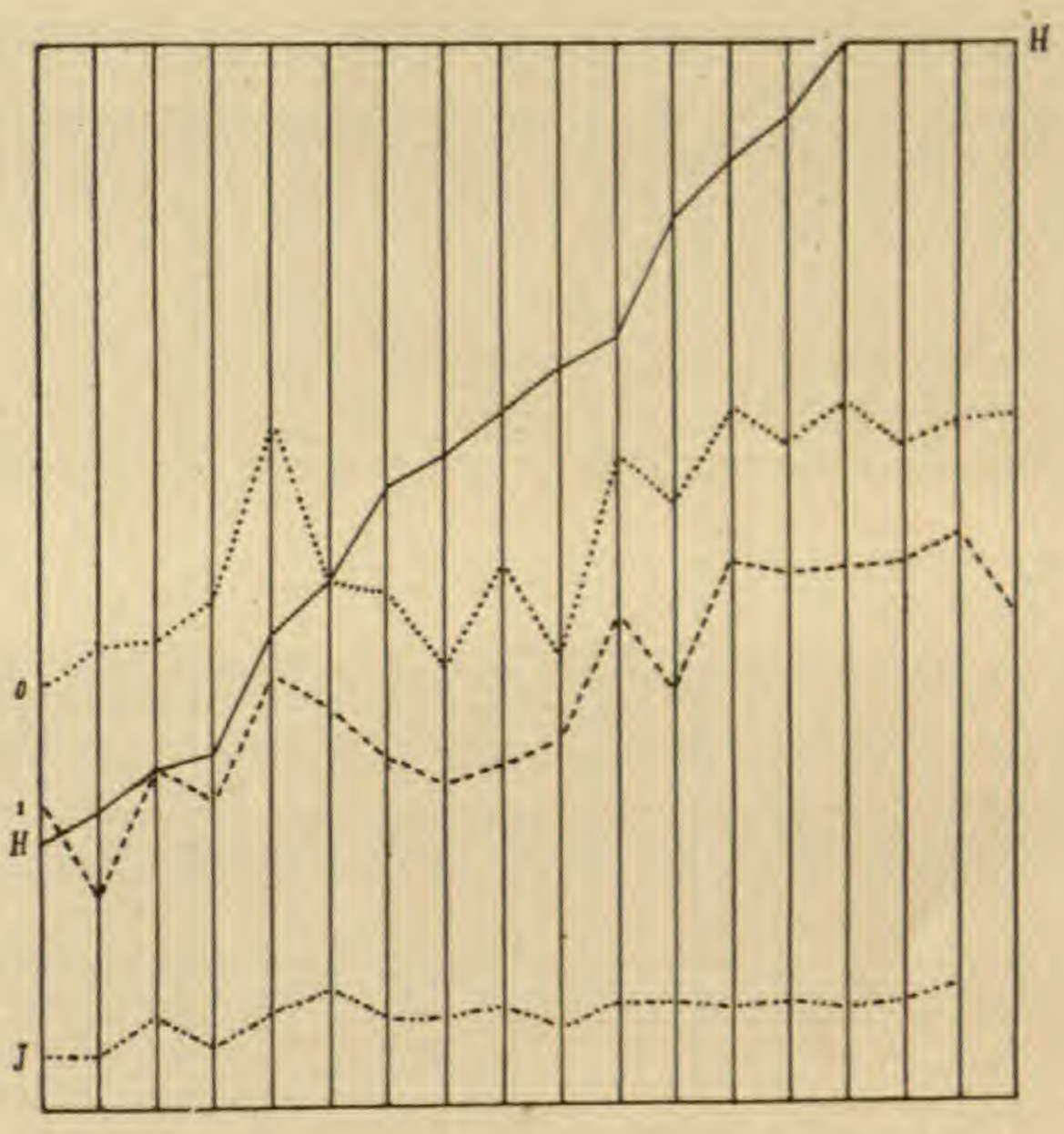


Fig. 15. *Arenga obtusifolia* von V K 115.

Zwei andere Gruppen, von X D 15 und XII E 6 früher als *Arenga* sp. bezw. *A.* sp. Sumatra bezeichnet, zeigten dasselbe.

X D 15

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf	
	Blattstiele	mutmassliche Lage des Vegetationskegels	0,5	1 m
1	1,80	2	70	71
2	2	2	54	43
3	3	3,40	56	52
4	1,70	5	140	140
5	5	6	75	70

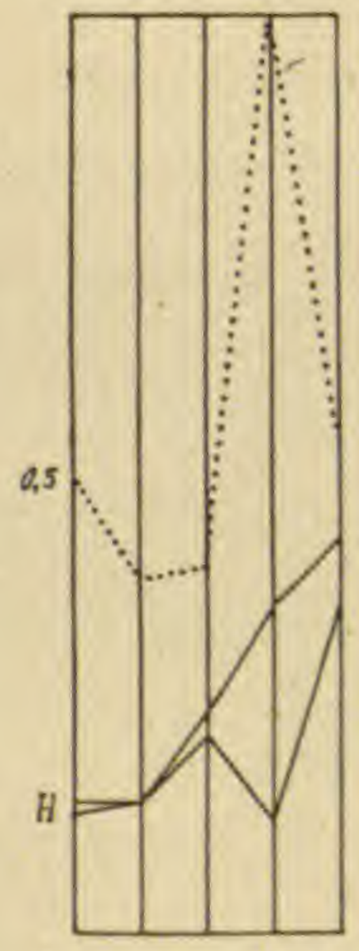


Fig. 16. *Arenga obtusifolia* von X D 15.

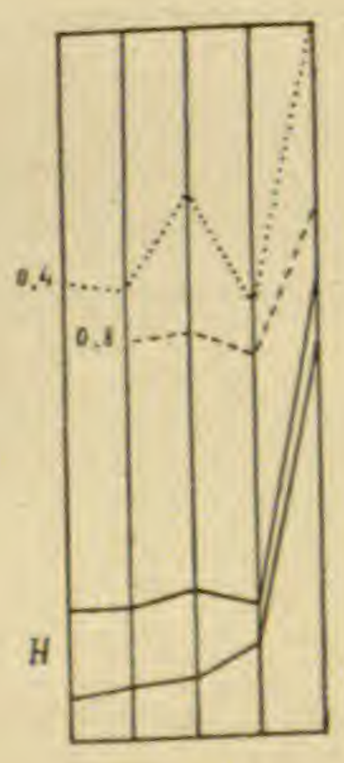


Fig. 17. *Arenga obtusifolia* von XII E 6.

Die Verhältnisse sind sehr unregelmässig und nicht klar; Nr. 4 war ein extremer + Variant mit raschem energischen Wachstum. Dass auch hier Dickenwachstum vorkommt, ist nicht ausgeschlossen.

XII E 6

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf	
	Blattscheiden	mutmassliche Lage des Vegetationskegels	0,4	0,8 m
1	0,65	2	70½	—
2	0,80	2	69	61
3	0,90	2¼	84	62
4	1,40	2	66	58
5	6	7	109	81

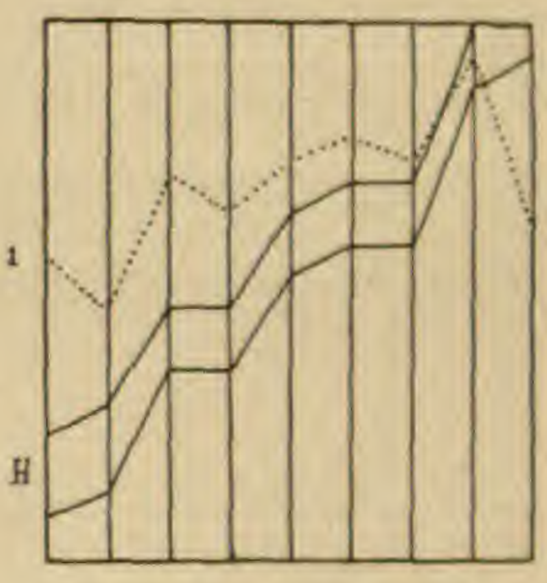
Weil die vier ersten Stämme alle ungefähr gleich hoch sind, so ist das Zahlenmaterial sehr dürftig; das Ganze deutet aber auf Dickenwachstum hin.

18. **Arenga obtusifolia?**

Auf der Insel Noesa-Kembangan bei Tjilatjap (Mittel-Java) beobachtete ich im Urwald einige Exemplare einer *Arenga* sp. Von Herrn Dr. S. H. Koorders war mir versichert worden, dass *Arenga obtusifolia* dort wildwachsend vorkäme, die gefundene Art war aber etwas von derjenigen des Buitenzorgschen Gartens abweichend, so dass ich diese Exemplare hier gesondert anführe. Diese Stämme wuchsen nicht in Gruppen sondern alle einzeln im Wald.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf 1 m
	Scheiden	Blattstiele	
1	0,70	2,00	48
2	1,10	2½	39½
3	3	4	61
4	3	4	55
5	4½	5½	63
6	5	6	67
7	5	6	63
8	7½	8½	80
9	8	—	53

Die Höhen über 4 m waren geschätzt, nicht gemessen, mit Ausnahme der Nr. 8, welche gefällt wurde. Die Zahlen geben ein ähnliches Bild wie die aus dem Buitenzorger Garten; ein schwaches Dickenwachstum ist wohl zu erkennen.



Arenga obtusifolia?
Fig. 18.

19. **Astrocaryum aculeatum** Mey.

Eine Stammgruppe von V L 16*a*

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Blätter	Umfang des Stammes auf 1 m	Länge des Internodiums auf 1 m
1	0	43	—
2	0	50	39
3	5	49	31
4	7	50	32
5	$7^3/_4$	52	41
6	8	50	49
7	9	52	48
8	$9^3/_4$	$46^1/_2$	47
9	10	55	54
10	11	60	45
11	11	59	45
12	12	62	42
13	12	—	33

Die Zahlen deuten entweder auf Fehlen des Dickenwachstums oder auf ein geringes Dickenwachstum hin. Die Linie der Umfänge bleibt etwa gleich hoch bis Nr 8 und ist nur bei den Nr 9—12 ein wenig höher; es ist natürlich nicht anzunehmen, dass bei den älteren Bäumen plötzlich sich noch ein Dickenwachstum einstellen würde. Die beiden ersten Exemplare waren bis zur Bodenhöhe mit lebendigen Blättern versehen. Durch die starke Streckung der Internodien war aber der Stamm auf 1 m schon zu messen; zwischen den Blattscheiden war der nackte Stamm schon zu sehen. Die Lage

Fig. 19. *Astrocaryum aculeatum.*

des Vegetationskegels war bei dem ersten Exemplare auf 1,40 m bei dem zweiten auf 2,20 m.

Die Internodien bleiben etwa von gleicher Länge.

20. **Astrocaryum gynacanthum** Mart.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Blatt-scheiden.	Durchmesser des Stammes auf 1 m
1	1,00	6½
2	1,00	6 /2
3	1,60	8½
4	1,70	8
5	1,70	8½
6	2.90	7
7	3,00	7½
8	3¼	7
9	3½	7

Diese Zahlen deuten entschieden auf Fehlen des Dickenwachstums hin. Die Nr. 3, 4 und 5 bildeten zusammen die Gruppe XII E 107*a*, die übrigen gehörten zur Gruppe XII E 107 und bildeten die äussersten, randständigen Exemplare dieser noch mehr Stämme umfassenden Gruppe. Wegen der vielen Stacheln sind nur Durchmesser gemessen worden. Dass die Exemplare 3—5 etwas dicker waren als die übrigen, ist wohl eine Folge ihrer gesonderten Stellung und besserer Ernährung.

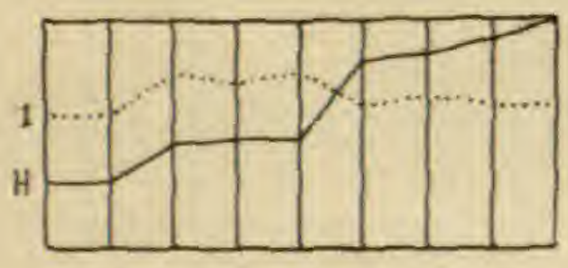


Fig. 20. *Astrocaryum gynacanthum.*

21. **Bactris Corossila** Karst.

Eine Stammesgruppe von V I 14, aus 9 Stämmchen bestehend. Davon 8 ältere und 1 jüngeres, welches eines der dicksten war. Die übrigen waren einander ziemlich gleich, nur ein kränkelndes war etwas dünner. Augenscheinlich kein Dickenwachstum.

22. **Bactris maior** Jacq.

Stammesgruppe von II F 48. Viele Stämmchen. Einzelne jüngere viel dicker als andere ältere; ziemlich grosse Variabilität der Stammesdicke. Kein oder jedenfalls geringes Dickenwachstum.

23. **Bactris pallidispina** Mart.

Stammgruppe von V I 10, keine Messungen; augenscheinlich aber kein oder äusserst geringes Dickenwachstum.

24. **Bactris speciosa** Karst.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Blattscheiden	Umfang des Stammes auf 1 m
1	0,70	(39) [1]
2	0,80	(40½) [1]
3	2½	43
4	3½	41
5	3¾	46
6	4¼	41½
7	5	43½
8	5½	42
9	5¾	44
10	5¾	46
11	6	48
12	7	44½
13	7	46
14	7¾	50
15	8	49½
16	8½	54

Die Exemplare 3, 6, 9, 10, 12 und 13 bildeten die Gruppe XIII A 8, die sonstigen XIII A 8*a*. Ausserdem waren im Garten noch zwei kleinere Gruppen mit dickeren und mehr stacheligen Stämmen, von denen folgende Messungen herrühren.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Blattscheiden	Umfang des Stammes auf 1 m
1	2¼	52
2	2½	53
3	9	71
4	11	70
5	12½	73

Nr. 1 stand allein an der Stelle XI B 358, 2—5 standen an der Stelle XI B 341. Aus beiden Tabellen geht das Vorhandensein eines schwachen Dickenwachstums hervor.

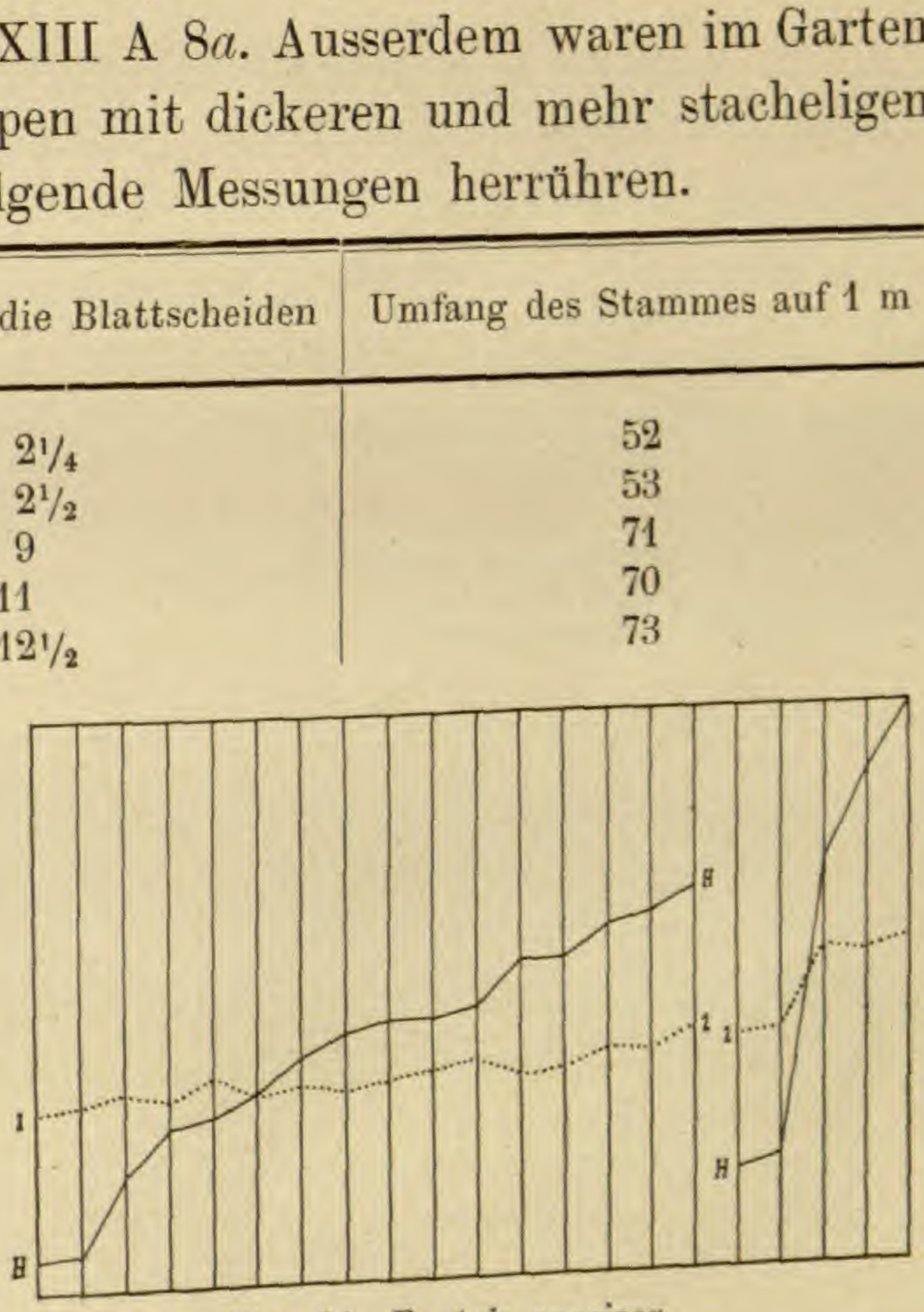


Fig. 21. *Bactris speciosa.*

1) Auf 0,7 bezw. 0,8 m gemessen.

25. **Bactris Verschaffelti** Hort.

Gruppe von V I 15 mit vielen Stämmchen. Geringe Variation der Stammesdicken. Einzelne jüngere Stämmchen nicht dünner als andere ältere; kein oder sehr geringes Dickenwachstum.

26. **Bactris sp. Trinidad.**

Eine sehr grosse Gruppe von X D 16. Nur randständige Exemplare gemessen.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		Länge des Internodiums auf 1 m.
	Blattstiele	mutmassliche Lage des Vegetationskegels	0	1 m	
1	0,40	1,50	16	—	—
2	1,70	3,00	17	(16) [1]	—
3	2,60	3,60	17	12½	16
4	3	4	12	10½	21
5	3½	4½	13½	12	22
6	5	6	18	14½	27
7	6½	7½	14	13	25

Das Fehlen des Dickenwachstums ist hier sehr deutlich zu erkennen, ebenso die Tatsache, dass der Vegetationskegel nach oben abnimmt: die Dicken auf 1 m sind sämtlich geringer als auf 0 m. Die Internodiumslänge nimmt durch Etiolierung etwas zu.

27. **Calyptrocalyx spicatus** Bl.

Exemplar von	Höhe bis an die Blätter	Umfang des Stammes auf		
		0	1	2 m
II F 25	0,80	34½	—	—
II F 25*a*	6½	65	48	47
II F 45*a*	8½	54	41½	39
II F 45	8¾	77 [2]	44	41

Vielleicht gutes Dickenwachstum.

1) etwas zu dick wegen Blattreste.
2) lokale Verdickung durch Wurzelbildung; die Wurzeln heben die Rinde empor

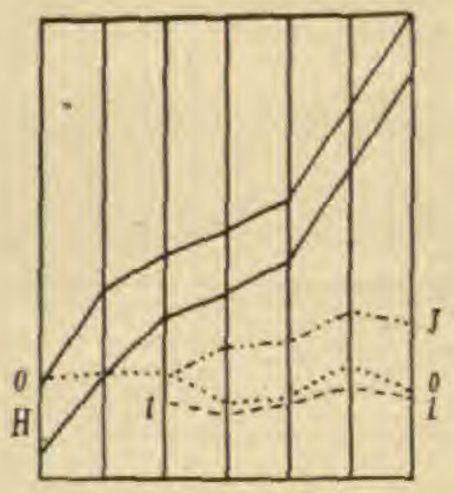


Fig. 22. *Bactris* sp. Trinidad.

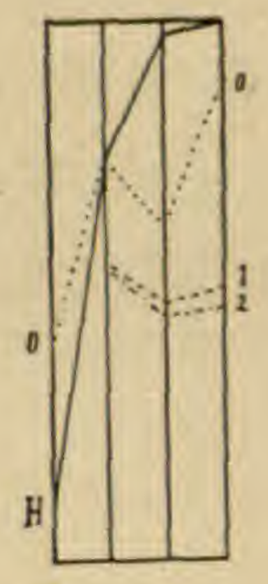


Fig. 23. *Calyptrocalyx spicatus.*

28. **Caryota urens** L.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0	0,2	0,4	1 m
II F 34*a*	0,10	0,80	79	(74) [1]	—	—
XII C 5	1,00	2,00	105	119	98	67

Deutet auf Dickenwachstum und Abnahme des Vegetationskegels hin.

29. **Caryota sp.**

Wildwachsend im Urwald an dem Ufer der Tjiapoes auf dem Salak, von den Eingeborenen *Sarai* genannt. Die jüngeren Exemplare stehen gesondert, die älteren haben einige Stockausschläge.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Durchmesser des Stammes auf 1 m
1	1,00	4,3 × 4,2
2	1,50	4,4 × 4,4
3	1,50	5,3 × 5,4 (auf 0,6)
4	1¾	5,4 × 5,6
5	1½ + ?	8,9
6	4	8,6

Bei den vier ersten Exemplaren ist der Durchmesser nach Fällung des Baumes in zwei Richtungen bestimmt worden. Deutliches Dickenwachstum.

Das fünfte Exemplar war tot, ein Stumpf von 1½ m war nur noch übrig.

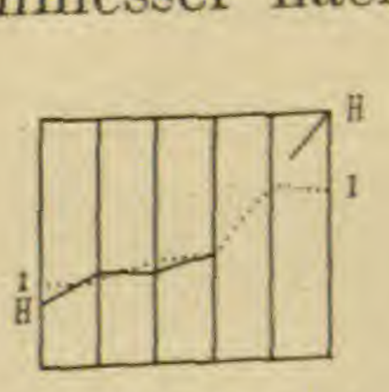


Fig. 24. *Caryota* sp. Tjiapoes.

30. **Caryota sp.**

Wildwachsend im Urwald auf der Insel Noesa Kembangan, in der Nähe eines verlassenen Bentings gegenüber Tjilatjap. Diese

1) Etwas zu grosse Zahl durch einigen Schuppen.

Art wurde von den Eingeborenen *Lolok* genannt, welchen Namen sie jedoch gleichfalls auf eine zweite dort wachsende Caryota-Art anwandten.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf 1 m
	Scheiden	Blattstiele	
1	0,75	1,70	(19) [1]
2	0,90	1,80	25 (auf 0.9)
3	1,00	1,80	28
4	1,00	1,80	31
5	1,00	2,20	35½
6	1,50	3½	29½
7	1,50	3¾	38

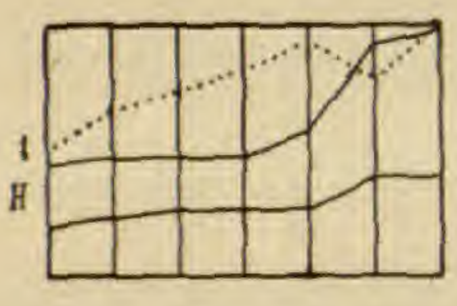


Fig. 25. *Caryota* sp. Noesa Kembangan.

Dickenwachstum ist hier wahrscheinlich wohl vorhanden, jedenfalls aber nicht stark. Der Umfang des ersten Exemplares darf eigentlich nicht mitgerechnet werden, weil die Blattscheiden den Stamm dort noch bekleideten.

31. Chamaedorea elatior Mart.

An einer grossen Gruppe an der Stelle V H 18 war es dem Augenschein nach schon deutlich, dass die älteren Stämme nicht dicker als die jüngere waren, sodass Dickenwachstum hier wohl fehlt.

32. Chamaedorea Karwinskiana H. Wendl. [2])

Eine Gruppe von der Stelle V H 11.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Durchmesser des Stammes	
		auf 0,1	0,5 m
1	0,45	1,4	—
2	0,50	1,35	—
3	0,90	1,4	1,2
4	1,05	1,35	0,9
5	1,47	1,55	1,3
6	1,55	1,25	1,1
7	1,62	1,6	1,25
8	1,65	1,35	1,25
9	1,68	1,65	1,5
10	1,95	1,5	1,45

1) nach Fällung Durchmesser auf 6 cm bestimmt.
2) nach dem Index Kewensis = *C. elatior.*

In der graphischen Darstellung sind nur die (aus den Durchmessern berechneten) Umfänge auf 0,1 m angegeben; hier ist Dickenwachstum gewiss nicht vorhanden. Die auf 0,5 m bestimmten Zahlen geben eine kleine unregelmässige Dickenzunahme an, vielleicht durch Rückgang der Gruppe zu erklären; Dickenwachstum wird wohl nicht vorhanden sein.

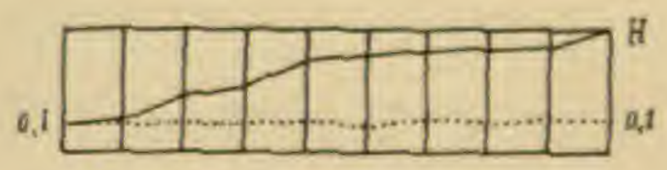


Fig. 26. *Chamaedorea Karwinskiana.*

33. Chrysalidocarpus madagascariensis Becc.

Nr.	Höhe bis an die Blattscheiden	Durchmesser in Bodenhöhe	Umfang des Stammes auf		Länge des Internodiums auf 1 m
			0,3	1 m	
1	0,30	—	(24) [1]		
2	1,05	—	21½	16	8
3	1,36	—	26	16	13
4	1,56	17	36½	23	11½
5	2,28	19	42	28	13
6	2,29	35	56	37½	10
7	2,32	32	59½	36	10½
8	2,43	24	57	36½	10½
9	2,47	13	36½	29½	8½
10	3¾	35	61	48	9
11	4½	24	58	53	8½
12	4¾	23	53	49	8
13	5	—	50	46	6½
14	5¼	20	39	44½	9
15	5½	27	67	56	—
16	5¾	—	50½	50	9
17	6½	—	51 [2]	43	—

Die Stämme standen in vier Gruppen: Nr. 13, 14 und 16 an der Stelle V K 96, Nr. 9, 11 und 12 an der Stelle V K 94*a*, Nr. 17 war von XII E 16, die übrigen von V K 94. In jeder Gruppe standen die Stämme sehr dicht an einander und berührten einander vielfach mit ihren Basen. Diese Stammbasen waren durch Wurzelbildung stark verdickt und zeigten, wo sie einander berührten, grosse Dellen (Vertiefungen). Diese

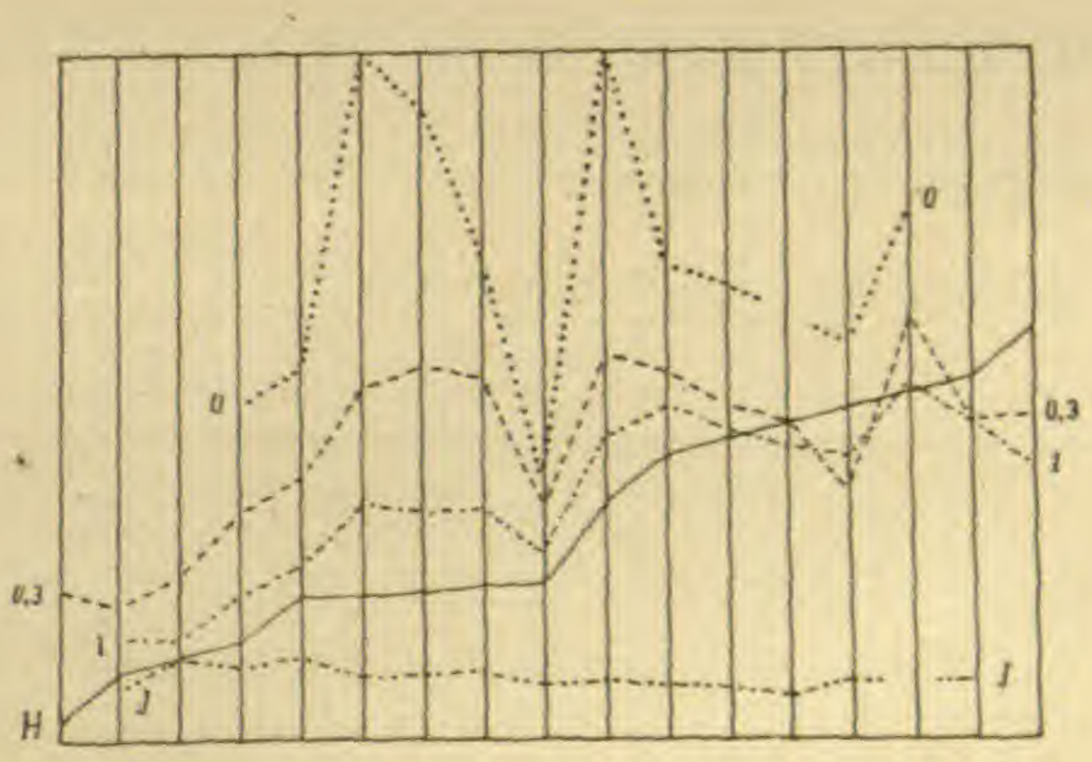


Fig. 27. *Chrysalidocarpus madagascariensis.*

1) Auf 0,15 m. Zu dick wegen Blattreste.

2) Auf 0,15 m.

Basen waren wegen der Berührung nicht mehr ihrem Umfang nach zu messen, daher die Angabe der Durchmesser.

Aus den Zahlen ist nur zu sehen, dass ein starkes, aber nicht sehr lange andauerndes Dickenwachstum vorkommt. In Bodenhöhe ist durch die (unregelmässige) Wurzelbildung das Dickenwachstum nicht erkennbar; in 0,3 m Höhe findet sich bis Nr. 5 eine deutliche Zunahme des Umfanges, bei den weiteren Stämmen ein unregelmässiges Schwanken; dieses deutet auf ein Dickenwachstum hin, bis der freie Stammesabschnitt 2 m lang ist. Auf 1 m Höhe währt die Zunahme natürlich etwas länger, hört aber doch nach den Zahlen bei etwa 3 m Stammeslänge auf. Die Internodiumlänge auf 1 m nimmt bei den jüngeren Stämmen durch Etiolierung ein wenig zu, aber nicht viel.

34. **Cocos nucifera** L.

An der gemeinen Kokospalme, von der auf Java leicht eine ausserordentlich grosse Zahl von Exemplaren zu untersuchen gewesen wäre, habe ich infolge besonderer Umstände leider nur wenige Beobachtungen anstellen können. Es war hier umsomehr erforderlich, eine grosse Zahl von Stämmen zu messen, weil die oberflächliche Betrachtung älterer und jüngerer Exemplare einem schon bald klar machte, dass das Dickenwachstum hier jedenfalls gering sein würde, wenn es überhaupt vorkam. An einigen in Kampongs wachsenden Bäumen in Buitenzorg bestimmte ich nur folgendes; eine Wahl fand dabei natürlich nicht statt.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf		Die Wurzelbildung am Stamme reichte bis
		0,5	1,5 m	
1	1,35	98	65	—
2	1,45	149	101	—
3	2	126	94	—
4	15	120	89	0,45
5	15	—	71	1,25
6	15½	—	108	0,70
7	15½	—	98	1,40

Ungeachtet der grossen Variabilität der Dicken (die vielleicht noch damit zusammenhängt, dass es viele Unterarten von *Cocos nucifera* gibt) ist aus diesen wenigen Zahlen doch wohl abzuleiten, dass das Dickenwachstum nur geringfügig sein kann. Die drei ersten, niedrigen Exemplare waren im Durchschnitt 87 cm auf $1^1/_2$ m, die vier hohen $91^1/_2$ cm; die Differenz liegt bei so geringen Zahlen ganz innerhalb der Grenze der Beobachtungsfehler.

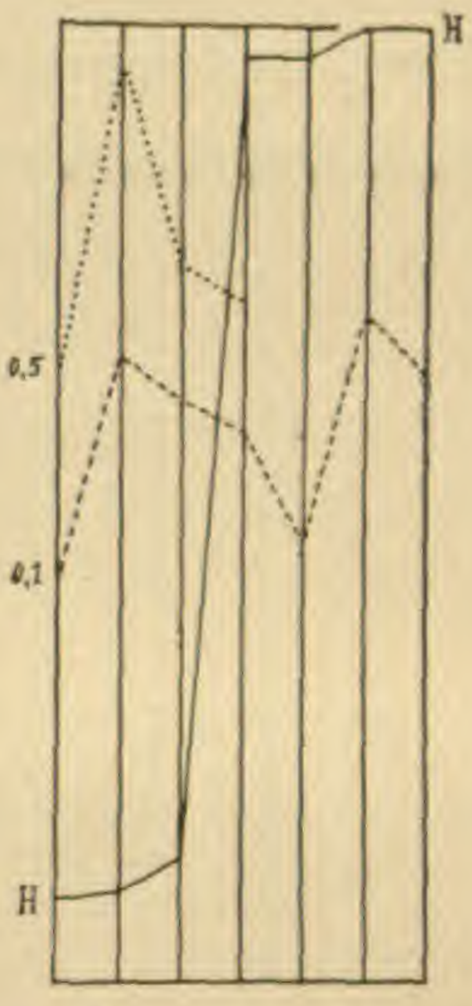


Fig. 28. *Cocos nucifera.* [1])

35. Cocos oleracea Mart.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0	1	2 m
XII C 23	0	3	(202) [2])	—	—
XII E 37	2	5	160	111	—
XII C 12	2,80	7	257	156	147
X D 13	4	7	192 [3])	158	(162) [4])
X D 13*a*	4	7	261 [5])	185	178
XII C 23	5	9	204	154	153
XII E 37	$2^1/_2$	10	250	136	131

Wie bis *C. nucifera* ist bei den gefundenen Zahlen ein geringes Dickenwachstum keineswegs ausgeschlossen, obwohl es ebensogut möglich ist, dass gar keine Dickenzunahme stattfindet. Die beiden ersten Exemplare standen nicht gesondert, sondern waren aus dem sechsten und siebenten Exemplar hervorgegangen; ihre geringere Dicke kann dadurch natürlich veranlasst worden sein.

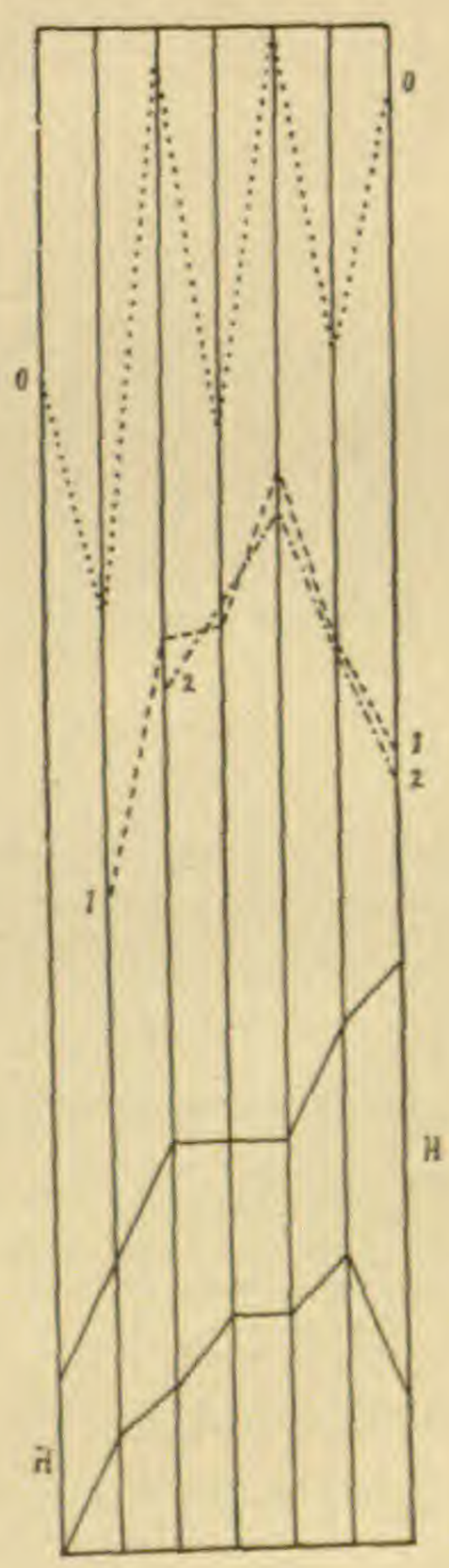


Fig. 29. *Cocos oleracea.*

1) In Fig. 28 steht bei der Höhenlinie von 1,5 m irrtümlicherweise 0,1.

2) Zu dick wegen Blattschuppen.

3) Der Wurzelbildung wegen auf 0,20.

4) Zu dick wegen Epiphyten.

5) Der Wurzelbildung wegen auf 0,30.

36. Cyrtostachys Renda Bl.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf 1 m	Länge des Internodiums auf 1 m
1	4	23	17
2	4 1/4	18	24
3	4 1/2	20	24 1/2
4	4 /2	22 1/2	25 1/2
5	4 3/4	19 1/2	21 1/2
6	5	24	19 1/2
7	5	22	27
8	5	22	25
9	5 1/2	24	30
10	5 3/4	24 1/2	21 1/2
11	7	31 1/2	19
12	8	33	23
13	8	24	24
14	8	27	29 1/2
15	9	29	23
16	9 1/2	28 1/2	24
17	10	30 1/2	28
18	12	34 1/2	22 1/2
19	12	27 1/2	31

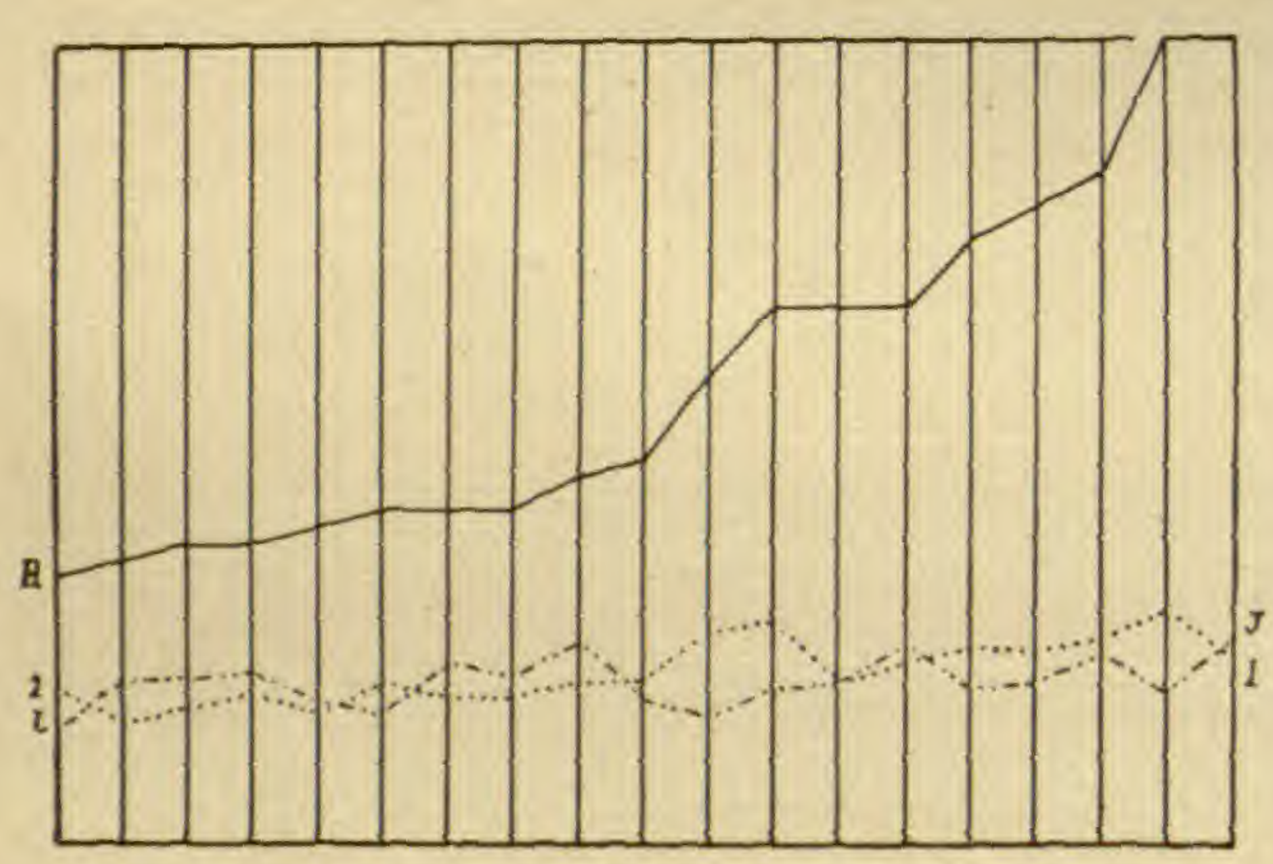


Fig. 30. *Cyrtostachys Renda.*

Diese Zahlen deuten auf ein geringes, lang anhaltendes Dickenwachstum hin. Ob hier die Internodiumlänge ein wenig zunimmt, ist nicht ganz deutlich; solches kann natürlich durch Lichtung ringsumher oder durch Rückgang der Gruppe eintreten. Die Exemplare 2, 5, 10, 11, 12, 15 und 18 bildeten die Gruppe V G 4, die übrigen waren randständige Exemplare der Gruppe V G 4*a*.

37. Dictyosperma album Wendl. et Drude.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0	0,18	1	2 m
II F 32*a*	0,18	0,50	45	55	—	—
Ohne Bezeichnung	7	8	—	150 [1]	115	106
XII E 11	10 1/2	11 1/2	168	—	91	81

1) auf 0,3.

Starkes Dickenwachstum. Das zweite Exemplar stand in den pépinières und hatte bis 25 cm hoch eine reichliche Wurzelmasse; dem dritten Exemplar fehlte diese Bildung. Die basale Verdickung des Stammes oberhalb der Wurzeln bei den beiden letzten Exemplaren war wahrscheinlich in beiden Fällen durch die Wurzelbildung bedingt.

38. **Dictyosperma aureum** Wendl. et Drude.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0	0,5	1	2 m
II F 8*a*	0,10	0,70	66 [1])	—	—	—
II F 8	0,58	1,30	80	50	—	—
XII E 4	6	?	137	—	61	54

Starkes Dickenwachstum, wenigstens an der Stammbasis. Das zweite Exemplar zeigte von 0,5 m Höhe bis unten Längsrisse in der Rinde.

39. **Drymophleus olivaeformis** Mart.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0	0,2	1	2 m
V K 105*a*	0,04	0,18	7	—	—	—
V K 105	6½	?	—	26	20½	19½

Dass der Stammesumfang des zweiten Exemplares soviel dicker ist als derjenige des ersten, kann entweder auf Dickenwachstum beruhen; es machte aber mehr den Eindruck eines Verhaltens, wie das von mir für *Hemitelia crenulata* beschriebene [2]), dass nämlich der Stamm nach oben dicker wird und die unteren dünneren Stellen durch Wurzelbildung zu einem Scheinstamm verstärkt werden. Allerdings war das bei dem genannten Baumfarn viel stärker ausgeprägt. Bei dem zweiten Exemplar war hier der Stamm bis auf 20 cm Höhe von Wurzeln ganz überdeckt.

---

1) Etwas zu dick wegen anhängender Erde und Detritus.

2) Eine neue Art der Stammesbildung im Pflanzenreich (*Hemitelia crenulata* Mett.). Diese Annalen, Vol. 20, 1906, S. 198.

40. **Dypsis sp. Mauritius.**

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf				Zahl der lebendigen Blätter	Mittlere Internodiumlänge zwischen 0 und 1 m
	Scheiden	Blattstiele	0,25	0,5	1	2 m		
1	0,88	1,30	31½	27	—	—	7	7
2	0,83	1,40	47	37½	—	—	9	14
3	1,20	2,00	62½	53½	42½	—	13	11
4	2,30	3,00	59½	50½	44	33	11	8
5	2,45	3,20	93½	82½	77	58	17	9
6	3,00	3¾	83	74	69	54	15	10

Das Dickenwachstum ist aus diesen Zahlen deutlich zu erkennen, der Stammesumfang wird fast verdreifacht. Die Exemplare 1, 4 und 6 bildeten die Gruppe II F 35; 2, 3 und 5 II F 35*a*. Diese zweite Gruppe war augenscheinlich besser entwickelt, die Stämme sind verhältnismässig dicker, die Zahl der Blätter ist grösser.

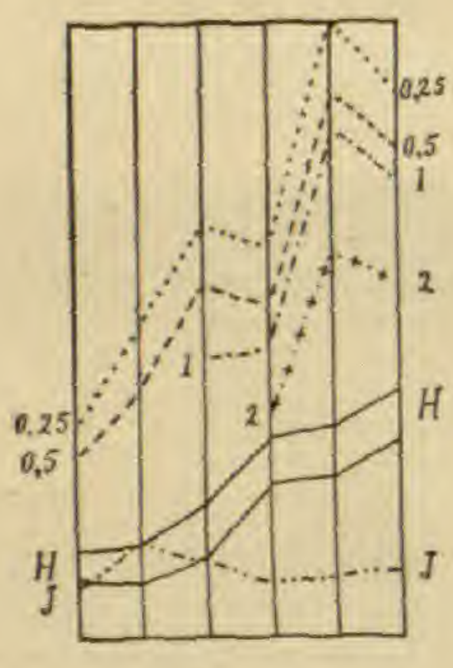


Fig. 31.
Dypsis sp. Mauritius.

Dass hier ein nachträgliches Dickenwachstum vorkam, ergab sich bei näherer Betrachtung deutlich aus den Abplattungen, welche die Stammbasen dort erfuhren, wo sie einander berührten. In der Gruppe II F 35 war das sechste Exemplar durch das vierte an einer Stelle in seinem Wachstum gehemmt. Die Abplattung beider Stämme war so, dass jedes an der Berührungsstelle nach Schätzung einen etwa 5 cm geringeren Radius hatte als anderswo. Das fünfte Exemplar war von den 2. und 3. gleichfalls gehemmt, die durch die Abplattung fehlenden Teile hätten dort 3 bezw. 6 cm dick sein müssen.

41. **Eugeissona triste** Griff.

Bei dieser Palme ist jeder einzelne Stamm monokarpisch; die kräftigsten Exemplare werden am höchsten, enden aber sämtlich in einer Infloreszenz. In der Gruppe V L 18 war nur ein nichtblühender Stamm; Höhe bis an die Scheiden 0, bis an die Blattstiele 1.7 m. Auf 70 cm wurde der Stamm frei-

gelegt; Umfang 50½ cm. Bei den anderen Stämmen der Gruppe war die Höhe bis zur Infloreszenz 1½, bezw. 2, 2½, 2½ und 3 m, der Stammesumfang 44, bezw. 51, 53½, 53 und 54 cm. Vier von diesen fünf Stämmen waren schon eingegangen. Die Gruppe V G 17 umfasste fünf Stämme, alle höher als 3 m, teils noch nicht blühend. Stammesumfang 53, bezw. 54, 56, 59, 59½ cm.

Hieraus geht hervor: kein oder sehr geringes Dickenwachstum.

42. Euterpe oleracea Mart.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			Länge des Internodiums auf 1 m	Zahl der Blätter
	Scheiden	Blattstiele	0,4	1	2 m		
1	0.53	1,30	28 [1])	—	—	—	7
2	0,92	1,74	21	(18)	—	—	7
3	1,10	1,90	30½	19½	—	10	9
4	2,00	2,90	43½	34	22	11	11
5	2,00	2,90	41	31	25½	15	11
6	3¾	4¾	104	80	66	19	15
7	4¼	5¼	48	35	30	11	11
8	8¾	9¾	52	48	39	15½	10
9	9	10	52 [2])	44	37	14½	9
10	10¾	11¾	53½	44	42	10 (?)	9
11	—	12	—	57	48	15	8
12	—	13	59	53	45	12	10
13	—	15	58	52	49	13	8

Am auffallendsten ist hier das Exemplar Nr. 6, das in jeder Hinsicht die anderen weit überragt. Das betreffende Exemplar stand einzeln an der Stelle V K 6*a*; die Exemplare 1—4, 7, 11 und 13 bildeten eine Gruppe an V K 6; 8—10 und 12 standen an V I 18 zusammen und 5 wieder gesondert an der Stelle V I 18*a*.

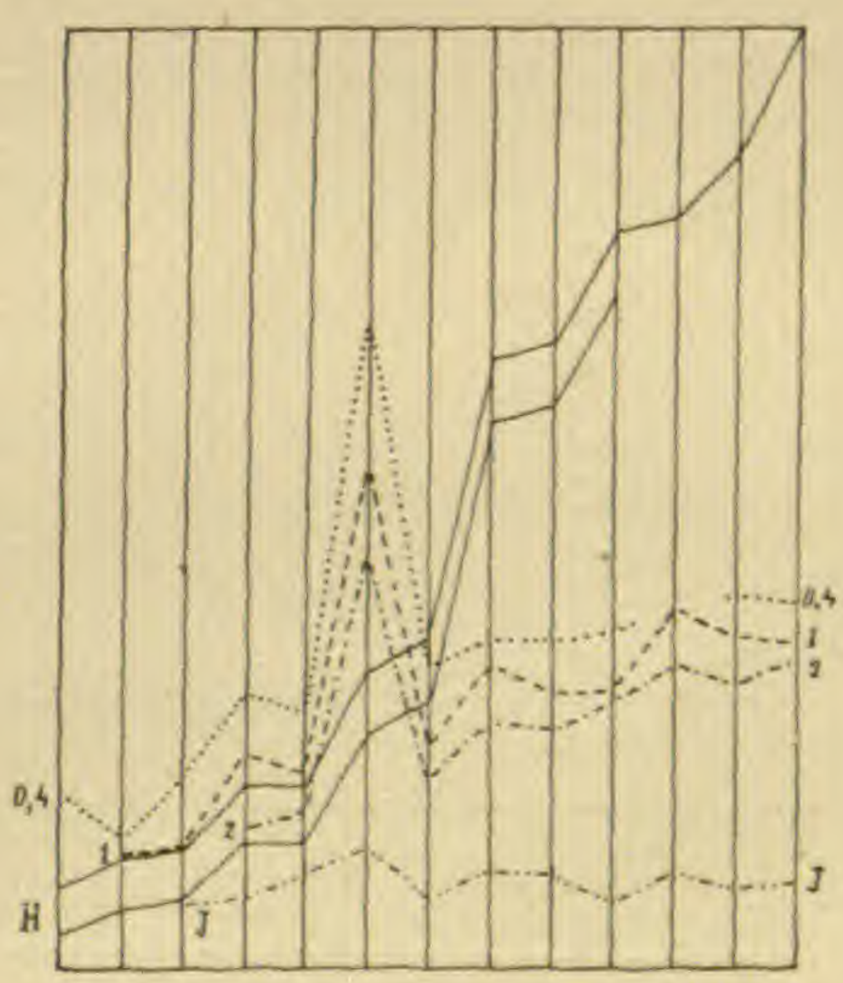


Fig. 32. *Euterpe oleracea.*

1) Etwas zu dick durch Blattreste.
2) Etwas zu gering; an der einen Seite war der Stamm verletzt.

Sieht man von diesem Exemplar 6 einstweilen ab, so ist das Vorkommen eines starken Dickenwachstums sehr deutlich, der Stammesumfang wird reichlich verdoppelt. Die Zahl der Blätter bleibt etwa gleich, ebenso die Internodiumslänge. Das Exemplar Nr. 6 ist offenbar ein extremer +Variant; seine Internodien sind länger, die Blätter zahlreicher, ausserdem waren die Blätter länger; ich schätzte sie auf 3 m gegen $2—2^3/_4$ bei den anderen Stämmen.

Dass hier ein Dickenwachstum gefunden wird, ist deshalb noch wichtig, weil wir von dieser Art, wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, ebenfalls durch direkte Messung das Vorhandensein des Dickenwachstums kennen; dadurch wird natürlich das hier gefundene Resultat bestätigt.

43. **Geonoma Verschaffelti** Hort.

Gruppe von V H 15

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Blattstiele	Durchmesser des Stammes auf	
		0,05	0,5 m
1	0,13	0,7 1/2	—
2	0,44	0,5 1/2	—
3	0,45	0,5 1/2	—
4	0,45	0,7	—
5	0,48	0,4	—
6	0,50	0,5 1/2	—
7	0,60	0,4	0,3 1/2
8	0,68	0,4	0,4
9	0,70	0,7 1/2	0,7
10	0,75	0,4 1/2	0,4
11	0,75	0,7	—
12	0,80	0,7	0,5 1/2
13	0,81	0,7 1/2	0,7
14	0,85	0,7	0,6 1/2
15	1,10	0,7 1/2	—
16	1,18	0,6 1/2	0,6
17	1,20	0,7 1/2	0,7 1/2

Das Fehlen des Dickenwachstums ist hier sehr deutlich. Alle Exemplare waren randständige in der sehr grossen Gruppe. Die Abnahme des Vegetationskegels nach oben kommt hier wieder einigermassen zum Vorschein.

Fig. 33. *Geonoma Verschaffelti.*

44. **Gronophyllum microcarpum** Scheff.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0	0,5	1	2 m
V L 37	2,03	2,70	43	—	23	19
V L 37*a*	2,01	2,80	38	—	21	19
V H 20	3½	4	—	19	18½	17
V H 20*a*	4½	5	—	21	18½	19

Sehr wahrscheinlich kein Dickenwachstum, wohl aber Abnahme des Stammes nach oben.

Fig. 34.
Gronophyllum microcarpum.

45. **Heterospathe elata** Scheff.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0	0,3	1	2 m
XII E 15*a*	0,30	0,80	44	34½	—	—
Unbezeichnet	1,20	2,70	71	77	43	—
V H 33	—	9	83	68	54	57
V H 33*a*	—	11	(96)[1])	75	61½	56

Deutliches Dickenwachstum, das anfangs sehr stark, bald aber gering wird oder erlischt. Das zweite Exemplar war auf 2,7 m 36, das dritte nahm nach oben regelmässig ab, bis es oben nach Schätzung etwa 30 cm Umfang hatte. Das letzte war offenbar einmal kränkelnd gewesen; auf etwa 5½ m nahm die Dicke plötzlich ab bis auf etwa 35 cm Umfang, dann weiter nach oben gelinde Abnahme. Die Endknospe behält unter normalen Umständen wahrscheinlich immer etwa den gleichen Umfang; die konische Gestalt des Stammes ist dem Dickenwachstum zuzuschreiben. Das unbezeichnete Exemplar stand in einem Beet in der Nähe der *Oreodoxa*-Allee.

Fig. 35.
Heterospathe elata.

1) Etwas zu dick durch anfangende Wurzelbildung.

46. **Hydriastele Wendlandiana** Wendl. et Drude.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf					
	Scheiden	Blattstiele	0	0,1	0,15	0,2	1	2 m
X D 49*a*	0,14	0,38	18½	13	—	(12)[1]	—	—
X D 49	3,20	3,70	70	—	—	40	27	27
unbezeichnet	7¼	8	—	—	52	—	33	33

Gutes Dickenwachstum. Das letzte Exemplar stand auf dem Beet gegenüber XIV B, im Schatten eines Bambusstuhles und hatte bis 25 cm hoch Wurzelmasse um den Stamm herum.

47. **Latania Commersonii** Gmel.

Die Exemplare dieser Art waren früher teils als *L. Commersonii*, teils als *L. borbonica* bezeichnet worden. Ich führe zuerst die als *L. borbonica* angedeuteten an.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf		
		0	0,5	1 m
1	0	±120	—	—
2	0	±115	—	—
3	2,10	100	64	50½

Die sehr lokale Verdickung der Stammbasis ist nach diesen Zahlen schon ganz ausgebildet, wenn die Blattscheiden den Stamm noch bekleiden. Bei den beiden ersten Exemplaren war zwischen den Scheidenschuppen hindurch hier und da der Stamm schon sichtbar, die Durchmesser waren 36 × 39 bezw. 35 × 38 cm, hiernach wurde der Umfang auf 120 bezw. 115 gerechnet. Das dritte Exemplar stand als Nr. 4 in einer Abteilung ohne Bezeichnung bei der *Oreodoxa*-Allee, die beiden ersten in einem Beet in der Nähe. Unter dem Namen *L. Commersonii* wurden folgende Exemplare gezogen.

---

1) Etwas zu gross durch anhaftende Scheiden.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,3	1	1,5 m
XIII A 15	1,50	2¼	175	153	86	75
V H 24	5	—	172	148	81	79
V H 14	8	—	192	158	89	76½
V K 27	11½	—	155	120	70	65½

Wie bei den vorigen dünneren Exemplaren eine starke basale Verdickung, die aber sofort fertig ausgebildet wird; kein Dickenwachstum. Das letzte Exemplar stand auf einem kleinen Hügel von 20 cm; wenn dieser durch Wurzelbildung des Stammes entstanden ist, ist also die auf 0,1 gefundene Zahl eigentlich auf 0,3 m bestimmt u. s. w.

Fig. 36. *Latania Commersonii.*

48. **Latania Loddigesii** Mart.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0,1	0,3	1	1.5 m
V H 19*a*	0,10	0,70	175	—	—	—
V H 19	4	—	175	146	79	80½

Nach den Ergebnissen der vorigen Art: kein Dickenwachstum. Auf Tafel I und II sind diese beiden Exemplare abgebildet, wir haben hier eines der schönsten Beispiele einer basalen Verdickung des Stammes, welche ganz durch primäres Dickenwachstum entsteht.

49. **Licuala Rumphii** Bl.

Wahrscheinlich kein Dickenwachstum, oder nur ein geringes. Die jüngeren Stämmchen waren bei den Gruppe V K 35 etwas dünner als die älteren, aber nur sehr wenig; wahrscheinlich war der Unterschied dem Rückgang der Gruppe zuzuschreiben.

50. **Licuala spinosa** Wurmb. [1])

Eine Gruppe von II F 37, damals unter dem Namen *Licuala elegans* Bl.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Blattstiele	Umfang des Stammes auf				Länge von 5 Internodien
		0	0,5	1	2 m	
1	1,90	32	22	21	—	15
2	2,00	38	22	21 1/2	—	15
3	3 1/4	28	20	19	21 1/2	12
4	3 3/4	26	21	21	21	14
5	4	26 1/2	20 1/2	20 1/2	20 1/2	11
6	4 1/2	25	20	20	23	26
7	5	24	21 1/4	21	21	20

Der Stammesumfang auf 0,5 ist deutlich stationär, wie die graphische Darstellung sofort ergibt; ebenso der Umfang auf 1 und 2 cm, welche nicht dargestellt worden sind; in Bodenhöhe nimmt der Umfang sogar ab. Letzteres ist wohl dem Umstand zuzuschreiben, dass die Beiwurzeln nach und nach höher gebildet werden und dass dadurch von dem dickeren unteren Ende des Stammes ein Teil verdeckt wird. Mit Ausnahme dieses „negativen Dickenwachstums" finden wir ganz ähnliche Verhältnisse bei der zweiten Gruppe, von V K 52.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf	
	trocknen Scheiden	Blattstiele	0	0,5 m
1	0,05	1,00	23 1/2	—
2	0,30	1,40	24	16
3	1,40	2,60	25 1/2	16
4	1,60	3	23	18
5	2,40	2,80	25	21
6	2,70	3 1/2	24 1/2	19
7	—	4	24	19
8	—	4	24	18
9	—	4 1/4	24	19 1/2
10	—	4 1/4	23	20
11	—	4 1/2	22	19
12	—	4 1/2	23	20
13	—	4 1/2	24	18
14	—	5	26	18
15	—	5	23 1/2	20

1) nach dem Index Thumb.

Kein Dickenwachstum; Abnahme des Vegetationskegels nach oben.

Ähnlich verhalten sich noch andere Gruppen, damals unter den Namen *L. amplifrons* Miq. (V K 53), *L* sp. Siam (V K 56), *L* sp. (XIII A 3) gezogen; bei allen diesen Gruppen war ein Dickenwachstum augenscheinlich nicht vorhanden.

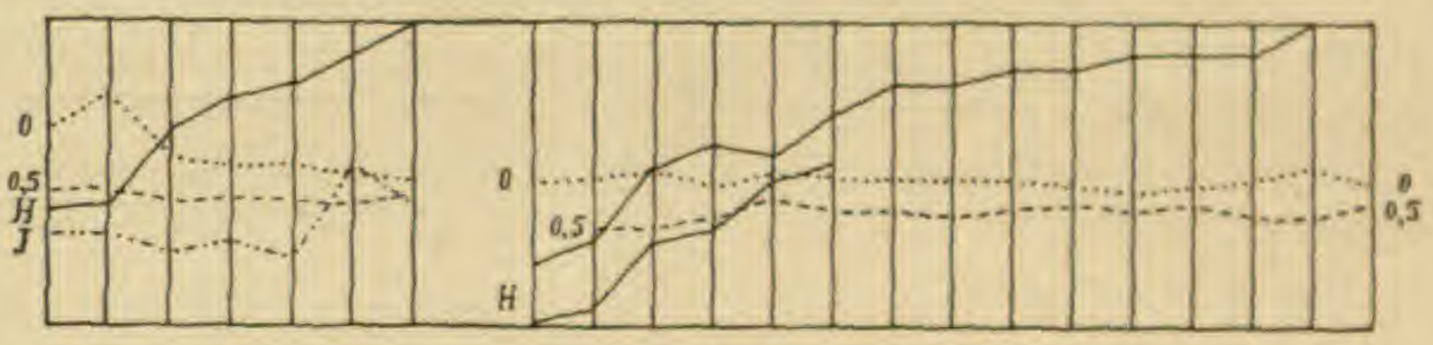


Fig. 37. *Licuala spinosa* von II F 37 (links) und V K 52 (rechts).

51. **Livistona australis** Mart.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Blattreste	*Blattstiele*	0	0,25	0,4	1 m
II F 41*a*	0	0,25	[78]	[63]	—	—
II F 41	0	0,40	[101]	—	[85]	—
XII E 67	1,20	1,70	133	—	—	73

Weil die beiden ersten Exemplare noch keinen freien Stamm ausgebildet hatten, habe ich den Durchmesser des Stammes unter den Blattscheiden zu bestimmen oder zu schätzen versucht und daraus den Umfang berechnet; die so erhaltenen Zahlen sind in eckige Klammern gestellt worden. Aus diesen Zahlen ist nun ein Dickenwachstum deutlich zu erkennen: es fragt sich aber, ob dieses als ein sekundäres oder als ein primäres Dickenwachstum zu bezeichnen ist. Wenn das Längenwachstum bereits abgelaufen ist, muss man es als sekundäres, sonstigenfalls als primäres bezeichnen; wahrscheinlich ist an der Dickenzunahme von 78 auf 133 cm letzteres wohl zum grossen Teil mit beteiligt gewesen. Über das spätere Verhalten der ausgebildeten Stämme lehren uns obige Zahlen natürlich nichts.

52. Livistona chinensis R. Br.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Blattreste	Blattstiele	0	0,4	1	2 m
II F 42*a* [1])	0	0,60	140	—	—	—
II K 34*a*	2,80	4	—	135	91	80
V H 9 [2])	—	11	129	—	75	70
V H 9*a* [2])	—	11	128	—	82	75
II K 34	—	12	—	132½	93	76
II F 42 [1])	—	13	118	—	89½	—

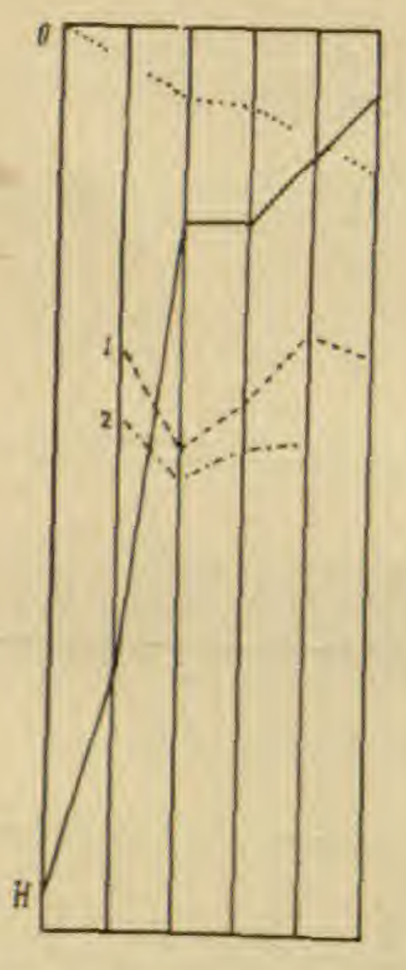


Fig. 38. *Livistona chinensis.*

Spricht deutlich gegen Dickenwachstum; die Abnahme des Vegetationskegels nach oben tritt stark hervor.

53. Livistona Hoogendorpii Hort.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf				
	Blattreste	Blattstiele	0	0,1	0,2	1	2 m
V K 33	0	0,4	[143]	—	—	—	—
V H 21*a*	0	?	—	[172]	—	—	—
V H 21	—	16	—	—	140	101	93
XII C 4	—	17	—	—	182	100	89
V K 33*a*	—	17	174	—	—	101	95
XII D 25	—	18	—	—	149	100	94

Sowohl das Fehlen des Dickenwachstums wie die Abnahme des Vegetationskegels nach oben treten hier sehr deutlich hervor. Sogar die in Klammern stehenden Zahlen, welche bestimmt sind in Teilen, von denen die Blattscheiden noch nicht abgefallen waren, sind nicht kleiner als die von alten freien Stäm-

1) Unter der Bezeichnung *L.* sp.
2) » » » *L. olivaeformis* Mart.

men erhaltenen. Ich habe sie durch Berechnung auf folgende Weise erhalten. Mit den Blattscheiden zusammen fand ich 1,68 und 1,97; die Scheidenschicht war etwa 4 cm dick; hieraus folgt: Umfang ohne Scheiden 143 und 172.

54. **Livistona Jenkinsiana** Griff.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Blattreste	Blattstiele	0	0,4	1
XII C 21	0,40	2,60	—	(110) [1]	—
XII E 44	0,50	3	115	87	—
XII C 8	—	8¼	128	—	86

Deutet nicht auf Dickenwachstum hin.

55. **Livistona rotundifolia** Mart.

Exemplar von	Höhe bis an die Blattstiele	Umfang des Stammes auf			
		0	0,2	1	2 m
V K 72	1,55	144	—	81½	—
Livistona-Allee	17	—	126 [2]	86	84
» »	18	—	132	88	95
» »	18 /2	—	133	101	105

Wenn Dickenwachstum überhaupt vorkommt, ist es jedenfalls schwach. Die drei letzten Exemplare waren natürlich etwa gleichaltrig, das höchste ist am dicksten, weil es das beste Exemplar von den dreien ist.

56. **Livistona sp.**

Wildwachsend in einem Wald in Wonodjatti bei Djember. Lokaler Name Sadeng merah. Wegen des grossen Nutzens als Bauholz werden die Sadengpalmen von der Regierung exploitiert, die beobachteten Exemplare standen in einem „Gouvernements Sadengperceel".

---

1) Etwas zu dick durch Scheidenreste.
2) Auf 0,3 wegen der Wurzelmasse.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf	
	Insertion der lebendigen Blätter	Mutmassliche Lage des Vegetationspunktes	1	2 m
1	0,90	1,60	[41]	—
2	0,80	1,70	[38]	—
3	1,20	1,90	41 1/2	—
4	1,40	2,10	52 /2	—
5	1,00	2,20	49 /2	—
6	1,30	2,20	45	—
7	1,10	2,30	51 1/2	—
8	3 1/4	4 1/2	54	50
9	5 1/2	7	55	55
10	13	13 3/4	55	57
11	13	16	55	58
12	14	16	53	53 1/2
13	—	24 1/2	57 1/2 [1])	55
14	—	26	60	63 1/2
15	—	26 /2	55	54
16	—	27	59	57
17	—	33 1/2	57	57

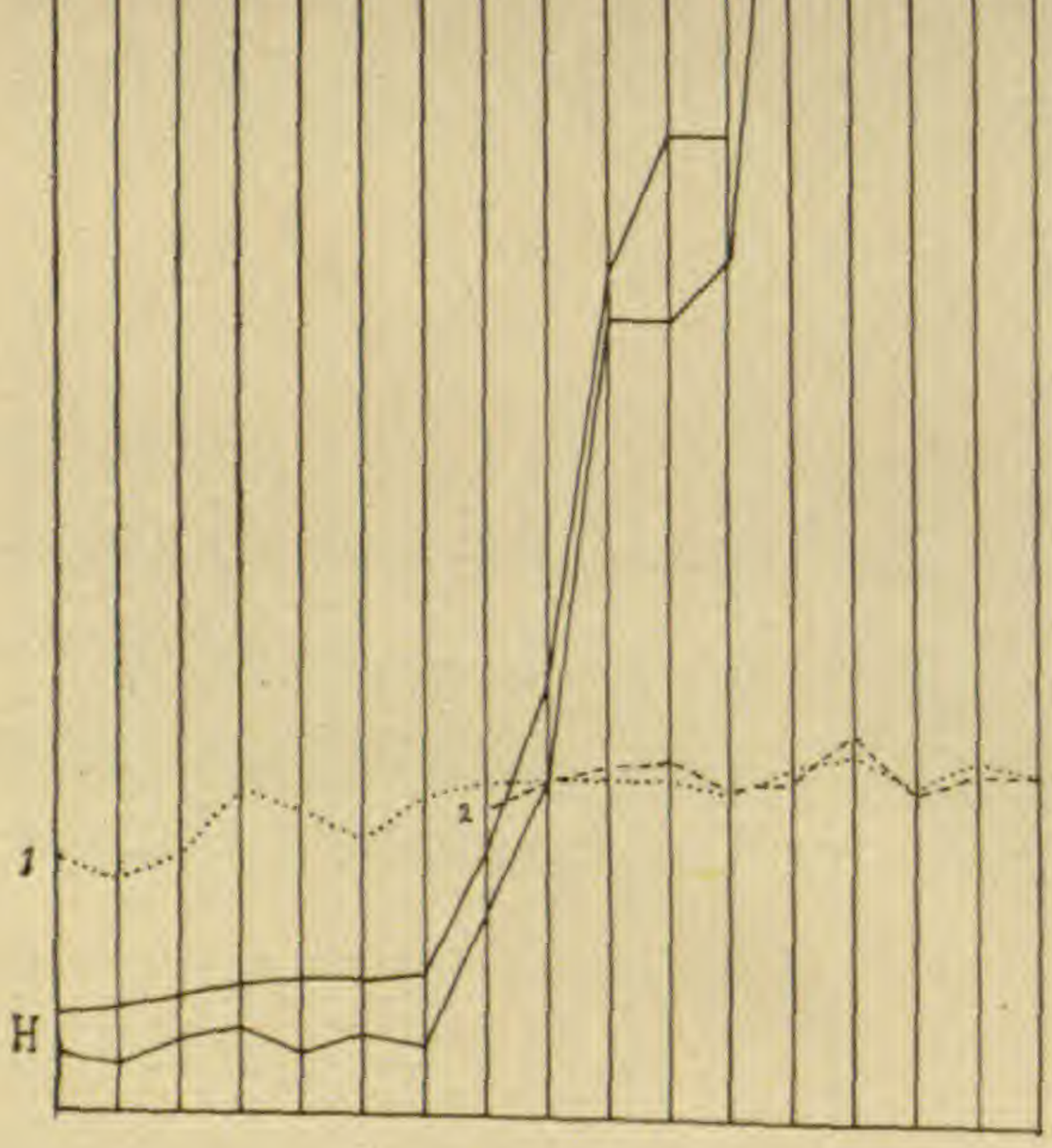


Fig. 39. *Livistona* sp.

Mit Rücksicht auf den Fundort der betreffenden Exemplare — wildwachsend im Walde — muss man aus der Zunahme des Umfangs wohl auf ein nicht sehr lange andauerndes und ziemlich schwaches Dickenwachstum schliessen, obwohl die an den vorigen *Livistona*-Arten gemachten Erfahrungen ein solches nicht erwarten liessen. Zwei Meter unterhalb des Vegetationspunktes ist die bleibende Dicke augenscheinlich erreicht.

1) Ein 1 1/2 cm breiter Spalt im Stamm; Umfang also wahrscheinlich nur 56 cm.

57. **Loxococcus rupicola** Wendl. et Drude.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0,05	0,2	0,75 m
XII E 87	0,22	0,50	26	16½	—
X D 8	0,83	1,35	31	25	22

Nicht unmöglich, dass Dickenwachstum vorkommt.

58. **Martinezia caryotaefolia** H. B. et K.

Exemplar von	Höhe bis an die		Durchmesser des Stammes auf				
	Scheiden	Blattstiele	0	0,4	0,6	1	2 m
X D 67*a* [1])	0,45	0,60	17	13	—	—	—
X D 67 [1])	0,45	0,60	15	11	—	—	—
X D 55*a*	0,55	0,70	18	—	14 [2])	—	—
X D 55	0,65	0,80	17	—	15	—	—
XIII A 7 [1])	3	—	20	17	—	14	—
XII E 12	3½	—	15	—	11	10	9
XII E 12*a*	4	—	17	—	13½	13	11
XIII A 7*a* [1])	4	—	14	10½	—	9½	—

Kein Dickenwachstum. Das letzte Exemplar hatte auf 2 m Höhe eine unregelmässige Stelle und darunter eine Wunde; der Stamm war dort ganz hohl; trotzdem war die Krone gesund und blühte. Die Abnahme des Vegetationskegels während des Emporwachsens des Stammes ist deutlich; bei den beiden Stämmen von XII E 12 war der Durchmesser nach Schätzung auf 3½ und 4 m nur etwa 6 cm.

Fig. 40. *Martinezia caryotaefolia.*

59. **Martinezia erosa** Lind.

Exemplar von	Höhe bis an die Blätter	Durchmesser des Stammes auf		
		0,2	1	2 m
unbezeichnet	0,75	21	—	—
»	1,00	19	14	—
»	1,10	16	14½	—
XIII A 13*a*	2,00	22	16	10
XIII A 13	3,20	24	16	14
XIII A 5*a*	6¼	24	18	15
XIII A 5	7	25	19	16

1) Unter den Namen *M. Lindeniana* H. Wendl.
2) Auf 0,5 m.

Mo. Bot. Garden
1913

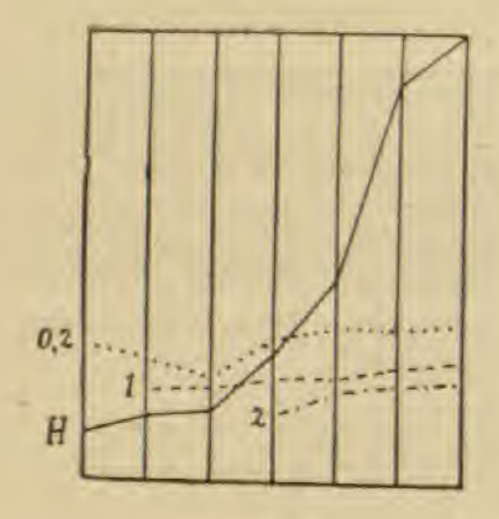


Fig. 41.
Martinezia erosa.

Dass an den gerade freigewordenen Teilen des Stammes das Dickenwachstum noch nicht abgelaufen ist, ist wohl deutlich; ob dann noch ein geringes lang andauerndes Dickenwachstum vorhanden ist, ist weniger deutlich; nach den gefundenen Zahlen ist es aber nicht unwahrscheinlich.

60. **Metroxylon longispinum** Mart.

Gruppe von V L

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Durchmesser des Stammes auf		Zahl der Blätter
	Scheiden	mutmassliche Lage des Vegetationspunktes	0,5	1 m	
1	0	0,20	(45) × (45)	—	5
2	0	0,50	(60) × (60)	—	8
3	0	1,00	(61) × (70)	—	11
4	0	1,00	(70) × (70)	—	12
5	0	1,80	(70) × (65)	(65) × (60)	11
6	2½	4½	(55) × (60)	50 × 53	8
7	3½	7½	56 × 63	53 × 58	11 + ?

Die von den Blattscheiden oder -resten umgebenen Teile ergaben natürlich zu hohe Zahlen; diese sind wie sonst in Klammern gesetzt worden. Das erste Exemplar war noch sehr jung; auf 0,5 m waren nur noch Blattscheiden vorhanden, die einen dünneren Scheinstamm bildeten. Die übrigen Exemplare waren etwa alle gleich dick; bei den unter 2, 3, 4 und 5 angeführten war der Stamm innerhalb der Scheiden sicherlich 50 cm, vielleicht 55 cm im Durchmesser; bei Nr. 6 waren die gefundenen Zahlen höchstens 5 cm zu gross. Die Scheiden waren nämlich ziemlich dünn, nur der Mittelnerv war etwas dicker, in seinen höheren Teilen bis 12 cm. Zwei Scheiden zusammen (auf 1 m waren es nicht mehr als zwei an jeder Stelle übereinander) erhöhten den Durchmesser um etwa 8 cm.

Aus allem folgt, dass hier sehr wahrscheinlich kein Dicken-

wachstum vorliegt; die grossen Dimensionen des Stammes werden hier dadurch erreicht, dass die grossen halb unterirdischen, halb oberirdischen Rhizomzweige an Durchmesser zunehmen, und wenn sie die erforderliche Dicke erreicht haben, sich zur Stammesbildung emporwenden; die allmählich herausgebildete enorme Stammesknospe ist dann durch primäres Wachstum imstande, den enormen Stamm ganz auszubilden.

61. **Metroxylon Rumphii** Mart.

Gruppe von V L

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Durchmesser des Stammes auf		Zahl der Blätter
	Scheiden	mutmassliche Lage des Vegetationspunktes	0,5	1 m	
1	0	0,35	(65) × (72) [1]	—	8
2	4½	6	54 × 64	54 × 64	12
3	6½	8½	45 × 54	46 × 51	13
4	—	13 [2]	56 × 63	53 × 55	0

Auch diese Art hat kein Dickenwachstum. Das erste Exemplar hatte auf 0,2 m augenscheinlich einen ebensodicken Stamm als die höheren Exemplare auf 0,5. Das Rhizom war hier geradeso wie bei der vorigen Art.

62. **Metroxylon sp.**

Dem Wege entlang zwischen Buitenzorg und Tjampea. Nach der Aussage Paidans kam noch eine zweite, stachelige Art vor; diese war glatt. Untersucht wurden zwei Gruppen von je 9 Stämmen; das Rhizom war wie bei den vorigen Arten.

1) Auf 0,2.
2) Mit dem terminalen Blütenstand mitgerechnet.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die mutmassliche Lage des Vegetationspunktes	Umfang des Stammes auf 1 m
1	1¼	130
2	1½	134
3	1½	130
4	2	128
5	2	125
6	2½	141
7	3	120
8	3½	114
9	4½	124
10	4½	124
11	5	118
12	5	124
13	5	126
14	5½	125
15	6	130
16	6	120
17	6	128
18	6	126

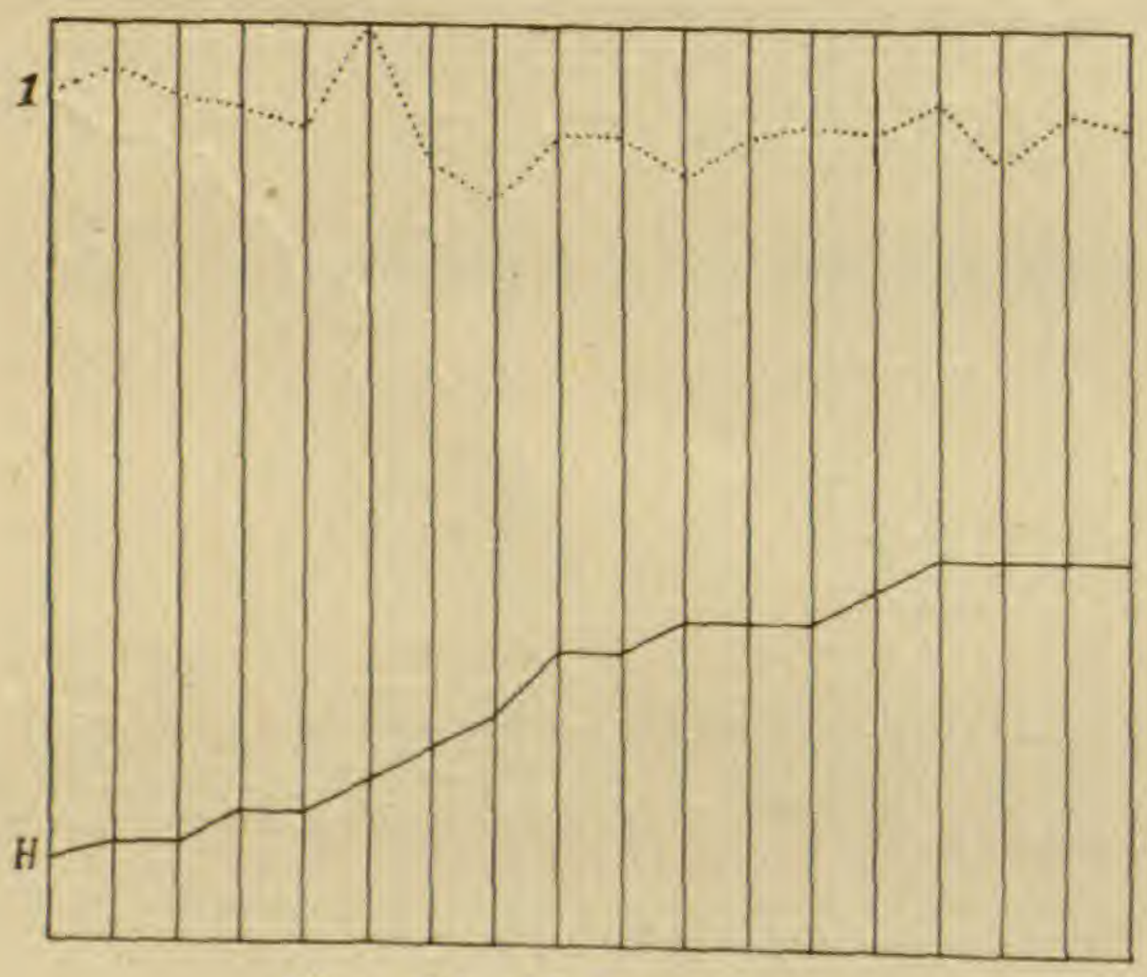


Fig. 42. *Metroxylon* sp.

Nicht das geringste Dickenwachstum. Der Stamm war unten von gleichmässiger Dicke; nur bei den hohen Exemplaren nahm der Durchmesser nach oben sehr deutlich ab.

63. **Mischophloeus paniculata** Scheff.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0,3	0,5	1	2 m
V I 4*a*	0,41	0,60	25½ [1])	23	—	—
V I 1	1,95	2,60	21	19	19½	18
V I 4	4	5	36 [2])	32	32	29

1) Auf 0,25.

2) Auf 0,35.

Wahrscheinlich liegt hier ein Dickenwachstum vor. Die Stammesbildung war hier einigermassen abweichend von dem Verhalten der meisten Palmen, insoweit hier die Stelzwurzelbildung am unteren Stammesende in beschränktem Masse auftrat. Der Stamm war zwischen den Stelzwurzeln, in dem einzigen Exemplar (dem zweiten) wo er dort sichtbar war, deutlich verkehrt konisch. Wir haben somit einen Anschluss an die Verhältnisse von *Iriartea* und *Pandanus* [1]).

64. **Nenga Schefferiana** Becc.

Von dieser Art waren im Plantentuin zwei Gruppen vorhanden, die eine ganz jung, die andere alt, die ich deshalb hier getrennt anführe.

Gruppe V K 101

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf		Länge des Internodiums auf 0,5 m
		0	0,5 m	
1	0,38	17 1/2	13	4 1/2
2	0,48	19	12 1/2	5
3	0,51	17 1/2	12	4
4	0,66	10	10	2 1/2

Gruppe V K 101*a*

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf				Länge des Internodiums auf 0,5 m
		0	0,5	1	2 m	
1	0,10	13	—	—	—	—
2	0,15	15 1/2	—	—	—	—
3	0,18	15	—	—	—	—
4	0,35	16	—	—	—	—
5	0,35	14	7 1/2	—	—	3
6	0,40	13 1/2	—	—	—	—
7	0,72	11 1/2	7 1/2	—	—	3
8	0,91	13	8 1/2	—	—	2 1/2
9	1,00	14	8 1/2	8 1/2	—	3
10	1,20	16	10 1/2	10	—	4
11	1,28	14	10	9	—	3
12	2,50	14	11	10	9	5
13	3 1/2	13	11	10	10	5 1/2
14	3 3/4	15 1/2	11 1/2	11	10	5 1/2

1) Vergl. Die Stammesbildung der Monokotylen, Flora Bd. 92, 1903.

Aus beiden Tabellen ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, dass wir hier kein nachträgliches Dickenwachstum haben. Die junge Gruppe V K 101 war gebildet von dem einen ältesten Exemplar Nr. 4, und drei darumstehenden, aus Nr. 4 entwickelten jüngeren Stämmen, welche viel kräftiger waren; daher der grössere Stammesumfang und die grössere Internodiumlängen. Von der älteren Gruppe V K 101*a* habe ich nur eine Zahl randständiger Exemplare gemessen, die inneren nicht. Die hier mit dem Alter zunehmenden Internodiumlängen deuten auf einen Rückgang der Gruppe hin; bei den jüngeren Exemplaren sind die Internodien deshalb kürzer. Aus diesem Rückgang ist auch die geringe scheinbare Zunahme des Stammes mit dem Alter zu erklären, auf 0,5 und 1 m; auf 0 sind die Dicken überall etwa gleich.

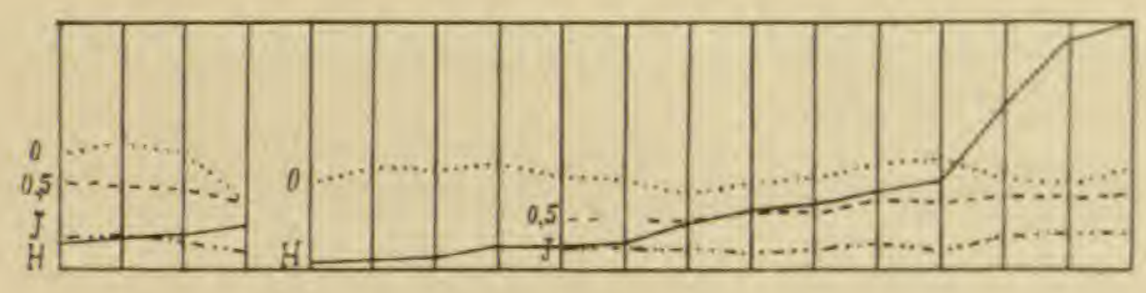


Fig. 43. *Nenga Schefferiana.*

65. **Nephrosperma Van Houtteana** Balf. f.

Exemplar von	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf		
		0	1	2 m
XIII A 10*a*	1,75	44	32	—
XIII A 10	1,85	51	39	—
X D 14	4	56 [1]	43	42

Geringes oder vielleicht gar kein Dickenwachstum.

66. **Oncosperma fasciculatum** Thw.

Gruppe von V K 88

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Blätter	Durchmesser des Stammes auf 1 m	Länge des Internodiums auf 1 m
1	4	6½ × 6½	13
2	8	11 × 11	17
3	8	11 × 12	17
4	9	12 × 12	22
5	10	15 × 15	17
6	11	13 × 14	28
7	11½	16 × 16	24
8	15½	16 × 17	19
9	17	18 × 19	14
10	17	16 × 17	19

1) Auf 0,1 wegen anfangender Wurzelbildung.

Starkes, lang anhaltendes Dickenwachstum. Die Internodiumlänge nimmt nicht merklich zu oder ab. Die Durchmesser der Stämme nahmen nach oben um so mehr ab, wie die Krone schlechter ausgebildet war. Die Nr. 1, 4, 5 und 9 hatten schlechtere Kronen; Nr. 2 war am schlechtesten, Nr. 6 war tot.

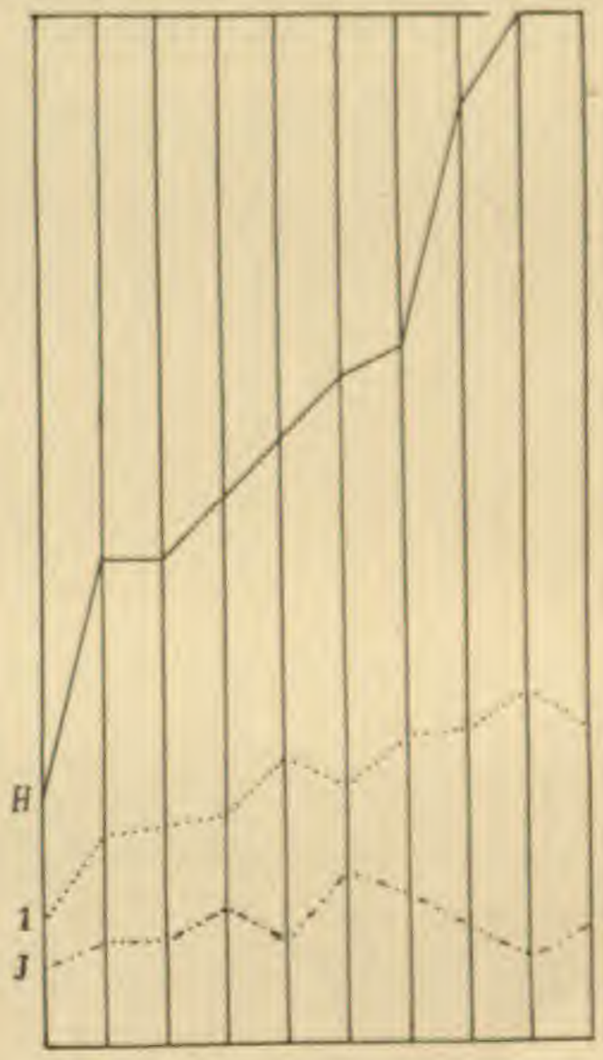


Fig. 44. *Oncosperma fasciculatum.*

67. **Oncosperma filamentosum** Bl.

Ein Teil der Gruppe V L 30 gemessen.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Durchmesser des Stammes auf			Länge des Internodiums auf 1 m
		0	1	2 m	
1	0,18	17	—	—	—
2	2,00	15	6	5	25
3	2,45	19	7½	6½	32
4	2¾	19	8	7	26
5	3¾	22	10½	9½	27
6	4	22	15½	13	33
7	8	—	18	15	30
8	15	—	19	17	31
9	15	—	14	13	33
10	16	—	15	13½	28
11	17	—	16	15	31
12	18	—	17	16	29
13	19	—	17	15½	34

Starkes Dickenwachstum, das aber lange nicht so lang andauert wie bei der vorigen Art; während dort bei 8 m hohen Bäumen

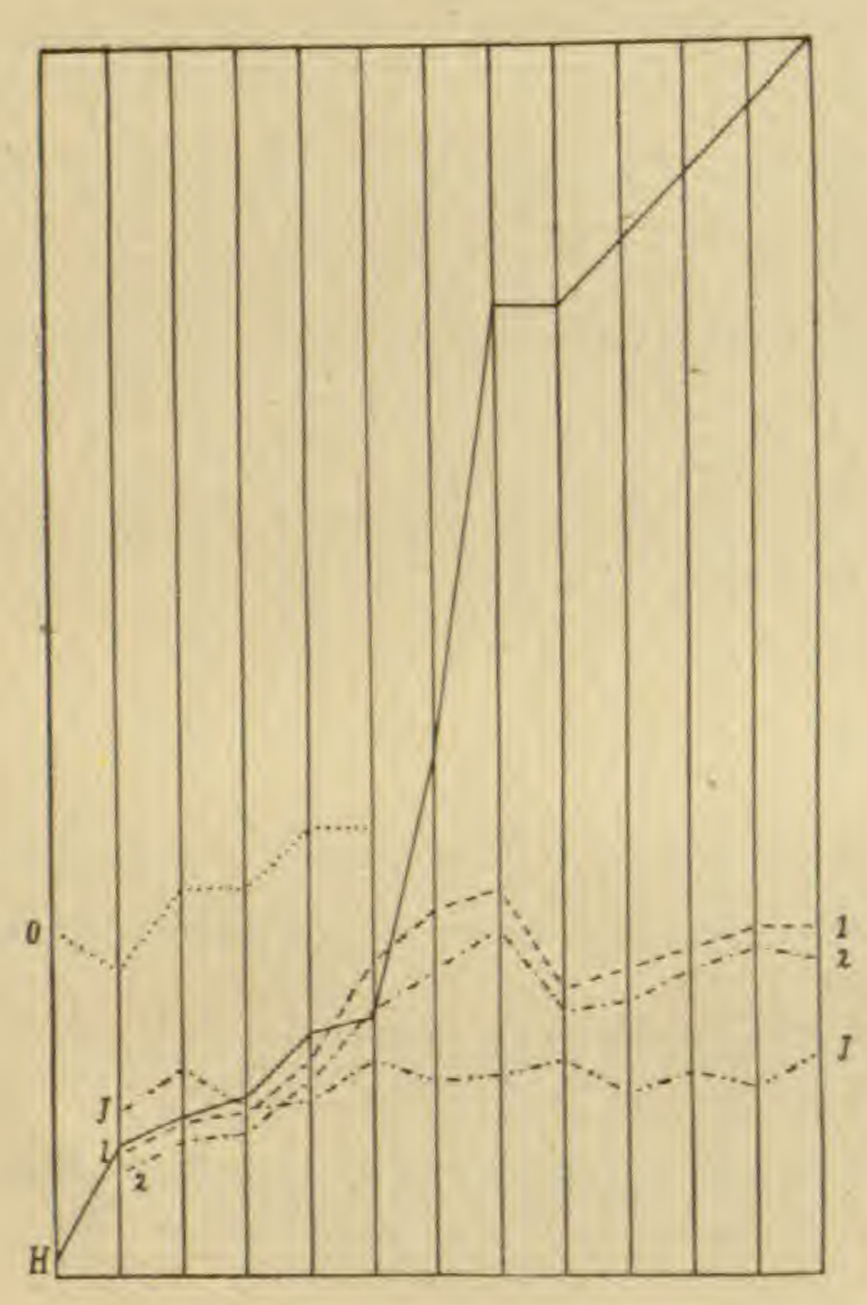


Fig. 45.
Oncosperma filamentosum.

der Stammdurchmesser auf 1 m noch deutlich zunehmend war, ist hier bei etwa 4 m hohen Bäumen die definitive Dicke schon erreicht. Das erste Exemplar, das auf 0 m 17 cm Durchmesser hatte, hatte auf 0,18 nur 12 cm Durchmesser. Der Rückgang der Endknospe ist hier deutlich, da bei 2 m hohen Bäumen die gerade entblössten Stammesteile viel dünner waren (Vergl. Nr. 2—4). Die Internodiumlänge zeigt keine Beziehungen zu den anderen Grössen.

68. **Oncosperma horridum** Scheff.

Gruppe von V K 109

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Durchmesser des Stammes auf		
		0	1	2 m
1	2¼	23	12½	10½
2	2½	29	16	12½
3	3	29	17	13
4	7	—	28	24
5	8	25	20	18
6	12¼	26 × 31	25 × 30	24 × 28
7	12¾	36	26	24
8	16	30	27	27
9	17	31 × 36	26 × 32	25 × 30
10	17	30	25 × 29	26 × 27
11	18	35	29 × 32	29 × 32
12	19½	32	27	26

Starkes, aber nicht besonders lange anhaltendes Dickenwachstum. Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir bei einer anderen Gruppe der nämlichen Art, welche damals unter dem Namen *Areca* sp. Sibogha an der Stelle V K 93 gezogen wurde.

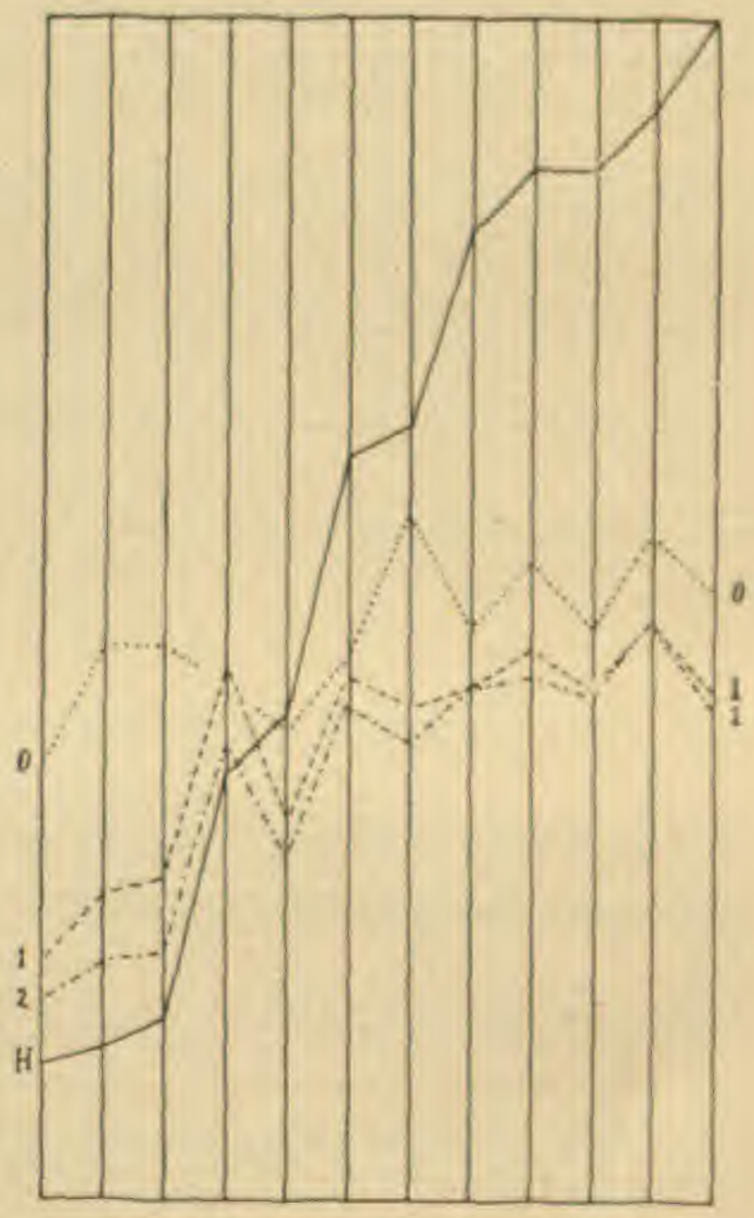


Fig. 46. *Oncosperma horridum* von V K 109.

Gruppe von V K 93.

Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Durchmesser des Stammes auf			Länge des Internodiums auf 1 m
		0	1	2 m	
1	2,00	15	10	—	24½
2	2,30	30	12	10	14
3	4	34	22	21	18
4	8	(26?)	20	21	15
5	8½	28	23	23	27
6	8½	(25?)	20	19	17½
7	11½	—	27	23	10½
8	13½	37	26	26	25
9	16	—	26	26	19½
10	16	(32?)	25	26	19
11	16½	(30?)	23	24	21

Weil hier durch Humusbildung zwischen den Stämmen der Durchmesser in Bodenhöhe nicht sicher bestimmt worden sind, sind in Fig. 47 nur die Umfänge auf 1 m eingetragen worden. Das Dickenwachstum hört augenscheinlich bei 10 m Stammeshöhe auf. Bei verschiedenaltrigen Stämmen sind die Internodien etwa gleich.

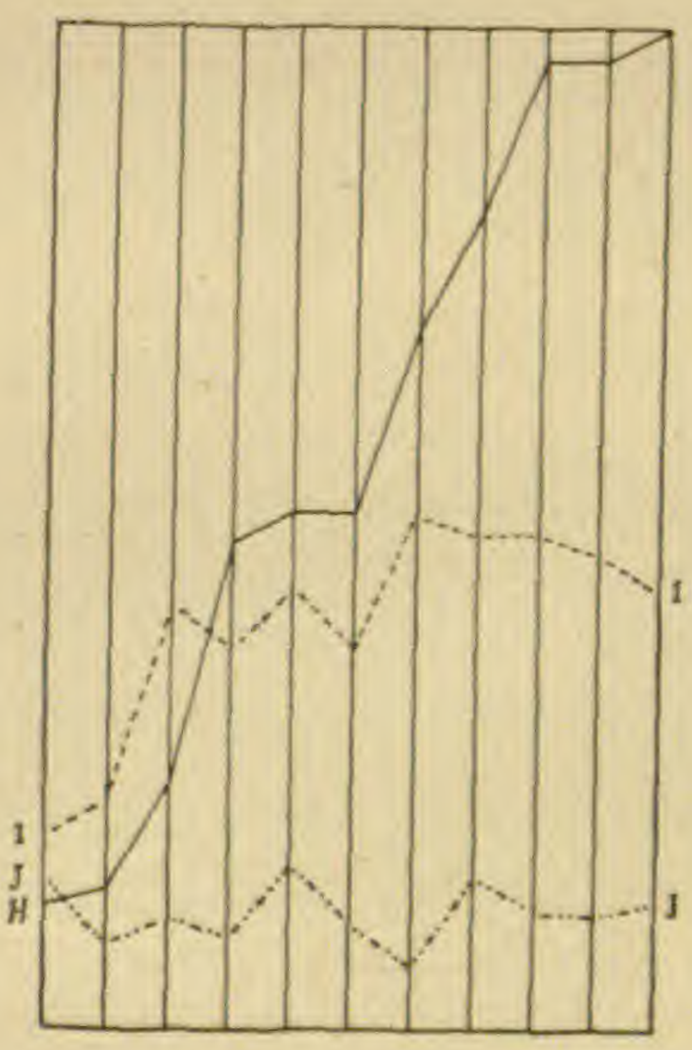


Fig. 47. *Oncosperma horridum* von V K 93.

69. Oncosperma sp. Bangka.

Gruppe von V K 142*a*. Deutliches Dickenwachstum wie bei den vorigen Arten. Als Beispiel wurden zwei Stämme gemessen, der eine 3 m, der andere 10½ m hoch bis an die Scheiden. Durchmesser auf 1 m 14 bezw. 24 cm.

70. Oncosperma sp. Sarawak.

Gruppe von XII C 73; nur randständige Stämme gemessen.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Blattstiele	Durchmesser auf 1 m
1	2,50	(7) [1]
2	2,80	(6) [1]
3	3	6½
4	3½	9
5	3½	6
6	3¾	7½
7	4	9
8	5	9
9	5½	10½
10	6	11
11	6	9½
12	6	10½
13	mehr als 6	12
14	» » »	12
15	» » »	12
16	» » »	13

Deutliches anhaltendes Dickenwachstum. Die Höhenmessung war hier durch den dichten Stand der Stämme schwierig. Deshalb wurden die niedrigen Exemplare geschätzt; die höheren konnten nicht einmal abgeschätzt werden. In der Gruppe ging die Höhe bis 21 m.

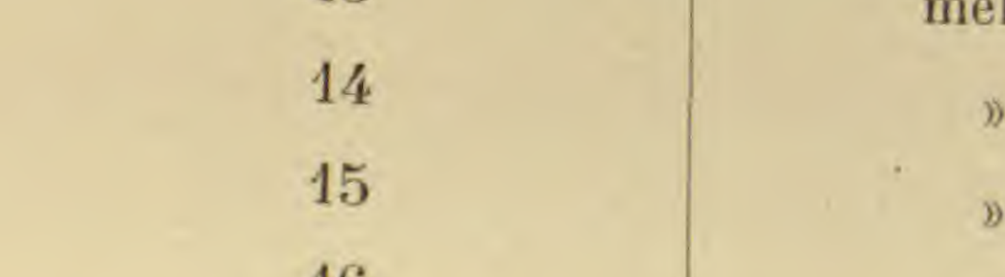


Fig. 48. *Oncosperma* sp. Sarawak.

1) Zu dick durch Blattreste.

71. **Oncosperma sp. Sumatra.**

Gruppe von XII C 105

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Blattstiele	Durchmesser auf 1 m
1	1,10	9
2	1,25	10
3	1,60	9
4	2,00	11
5	$2^3/_4$	14
6	$3^3/_4$	10
7	$5^1/_4$	16
8	$6^1/_4$	20
9	$6^1/_2$	21
10	$6^1/_2$	19
11	$6^3/_4$	20
12	11	19
13	$11^1/_2$	19
14	$11^3/_4$	21
15	$14^1/_2$	19
16	17	23
17	hoch	22
18	»	20
19	»	18

Deutliches starkes Dickenwachstum, das bei etwa 6 m hohen Bäumen in den unteren Stammteilen erst erlischt. Die drei letzten Exemplare konnten nicht gemessen werden, gehörten jedoch zu den höchsten Stämmen.

Fig. 49. *Oncosperma* sp. Sumatra.

72. **Orania aruensis** Becc.

Exemplar von	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf 1 m			
		0	0,3	1	2 m
II F 5*a*	3	82	58½	49	44
XII E 21	5¾	—	99 [1]	56½	60½
II F 5	6½	113	88	66½	68

Wahrscheinlich bedeutendes Dickenwachstum.

73. **Oreodoxa acuminata** Willd. [2]

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0	0,25	1	2 m
V J 9*a*	1,05	2,10	99	120	60	—
V J 9	1,15	2,30	108	117	59	—
XII D 23	19	20½	—	301 [3]	236	214
XII C 6	19½	21	—	289	237	183
XII C 2	20	21½	—	287	229	198
XII C 16	20	21½	—	276 [4]	221	196

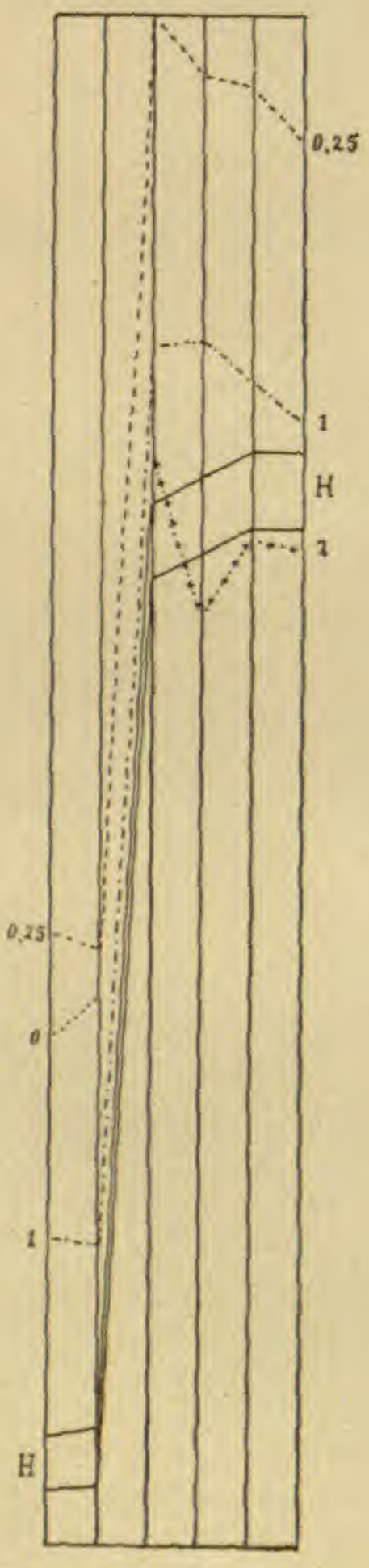


Fig. 50. *Oreodoxa acuminata.*

Sehr starkes Dickenwachstum, stärker als bei einer der vorigen Arten. Die hohen Stämme nahmen nach oben allmählich, aber langsam an Umfang ab.

1) Auf 0,25 wegen Wurzelmasse bis 0,25.
2) Nach dem Index Kewensis = *Euterpe acuminata* H. Wendl.
3) Auf 0,30 wegen 20 cm Wurzelmasse.
4) Auf 0,45 wegen 40 cm Wurzelmasse.

74. Oreodoxa oleracea Mart.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0	0,4	1	2 m
V J 13*a*	0,66	1,60	63	57 [1])	44	—
unbezeichnet	1,95	3,25	110 [2])	141	81	61 [3])
V J 13	13¼	14½	—	185 [4])	146	137½
XII E 17	22	23½	—	282	231	202
XII E 48	22½	24	—	288	249	223

Fig. 51.
Oreodoxa oleracea.

Besonders starkes und langanhaltendes Dickenwachstum. Das zweite Exemplar stand in einem Beet in der Nähe der Oreodoxa-Allee.

75. Oreodoxa regia Kunth.

Das vorhandene Material im Garten bestand hier aus einer grossen Zahl gleichaltriger Individuen der berühmten *Oreodoxa*-Allee und einigen wenigen Exemplaren von anderem Alter; ich führe sie hier gesondert an.

---

1) Auf 0,25.
2) Geschätzt.
3) Auf 1,95.
4) Auf 0,30.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0,4	1	2 m
der Allee, später eingepflanzt	1,37	2 /2	79	—	—
XIII A 23 [1])	2 1/2	3 3/4	120 1/2	92 1/2	71
der Allee, später eingepflanzt	3 3/4	5 1/4	170	—	—
XII E 50	10 1/2	12	204 [2])	145	139

Das starke Dickenwachstum geht aus diesen Zahlen deutlich hervor; wie bei den anderen Arten dauert es auch hier lange an.

Gleichaltrige Exemplare aus der Allee	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf 0,4 m
	Scheiden	Blattstiele	
1	6 1/2	8	169
2	6 1/2	8	176
3	6 3/4	8 1/4	166
4	7	8 1/4	159
5	7	8 1/2	162
6	7	8 1/2	176
7	7	8 1/2	188
8	7	8 1/2	170
9	7	8 3/4	197
10	7 1/4	9	195
11	7 1/4	9	187
12	7 1/2	9	197
13	7 3/4	9	196
14	8	9 1/4	167
15	8	9 1/2	202
16	8	9 3/4	170
17	8	9 3/4	190
18	8	10	220
19	8 1/4	10	179
20	8 3/4	10 1/4	211
21	9	10 1/2	201
22	9 1/4	10	178
23	10	11 1/4	266

1) Stand unter dem Namen *Cocos coronata*.
2) Auf 0,35.

Diese zweite Tabelle zeigt also, wie auch die graphische Darstellung, dass die Dicke und Länge hier proportional variieren; die Höhen- und die Dickenlinie haben etwa die gleiche Neigung. Weil nun diese Exemplare alle gleichaltrig sind, so könnte man geneigt sein, dieses Ergebnis als einen Hinweis auf die Unzulänglichkeit der hier benutzten Methode zu deuten; das trifft aber nicht zu. Man bedenke nämlich, dass die + Varian-

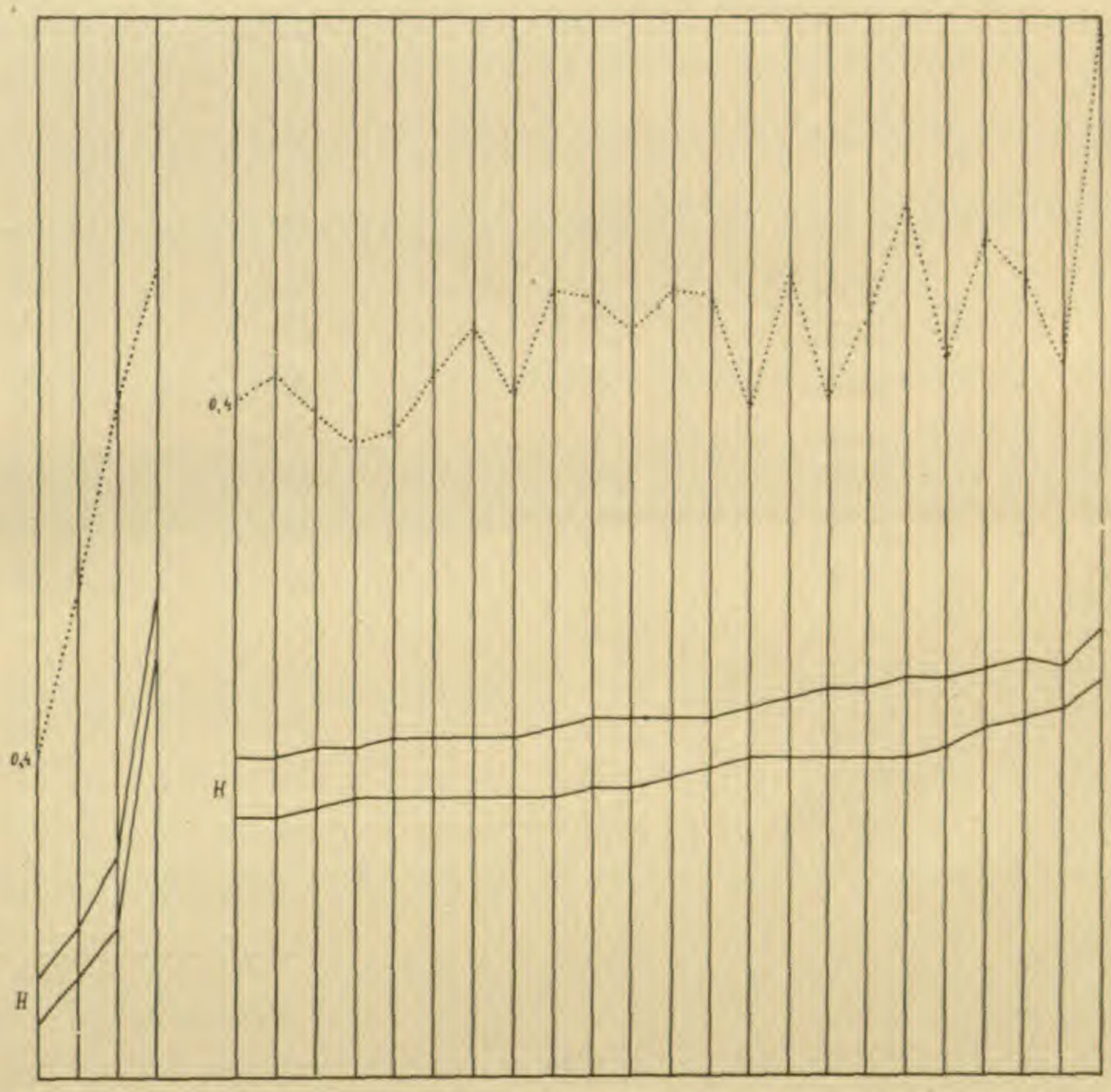


Fig. 52. *Oreodoxa regia*. Links Exemplare von ungleichem Alter, rechts die Exemplare der Oreodoxa-Allee.

ten hier nicht nur eine grössere Stammesknospe haben werden und somit schon etwas dickere Stämme, sondern dass auch das Dickenwachstum in diesen schneller wachsenden Exemplaren weiter vorgeschritten ist, sodass der ansteigende Lauf der Dickenlinie hier doch grossenteils auf das sekundäre Dickenwachstum zurückzuführen sein wird; bei Arten ohne Dickenwachstum würde der Verlauf mehr horizontal gewesen sein.

Die Tafel III zeigt zwei Exemplare von der Allee, Nr. 1 aus der ersten und Nr. 7 aus der zweiten Tabelle.

76. **Phoenix farinifera** Roxb.
Gruppe von XII E 3.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Blattstiele	Umfang des Stammes auf		
		0,2	1	2 m
1	0,40	28	—	—
2	0,50	25	—	—
3	0,90	(46)	—	—
4	1,00	(56)	—	—
5	1,00	(52½)	—	—
6	1,10	35½	(37)	—
7	1,40	27	24	—
8	1,50	(54)	(44)	—
9	1,80	(58)	(46)	—
10	2,10	33	26	30
11	2,20	36	(41)	(40)
12	2,25	37½	28	21½
13	2,30	32	26½	28
14	2,45	33	27½	26½
15	2,50	36	28	24½
16	2,60	53	38	(49)
17	2,75	39	28	29
18	3,00	36	30½	26½
19	3,50	42	34	32
20	3¾	45	36½	36½
21	4	52	35	36

Bei den rascher wachsenden + Varianten ist der mit Blattresten bedeckte Stammesabschnitt viel grösser als bei den langsamer wachsenden — Varianten; es ist daher nicht angängig, diese mit Blattresten bedeckten Teile hier nicht zu berücksichtigen. Wenn man annimmt, dass der Umfang durch die Blattreste um 12 cm erhöht wird — wie es durch die Vergleichung der unten nackten, oben bedeckten Stämme wahrscheinlich ist — so sind die in Klammern stehenden Zahlen also um 12 zu verringern. In der graphischen Darstellung ist dieses geschehen; wir bekommen aus dieser Darstellung den Eindruck, dass ein geringes andauerndes Dickenwachstum stattfindet.

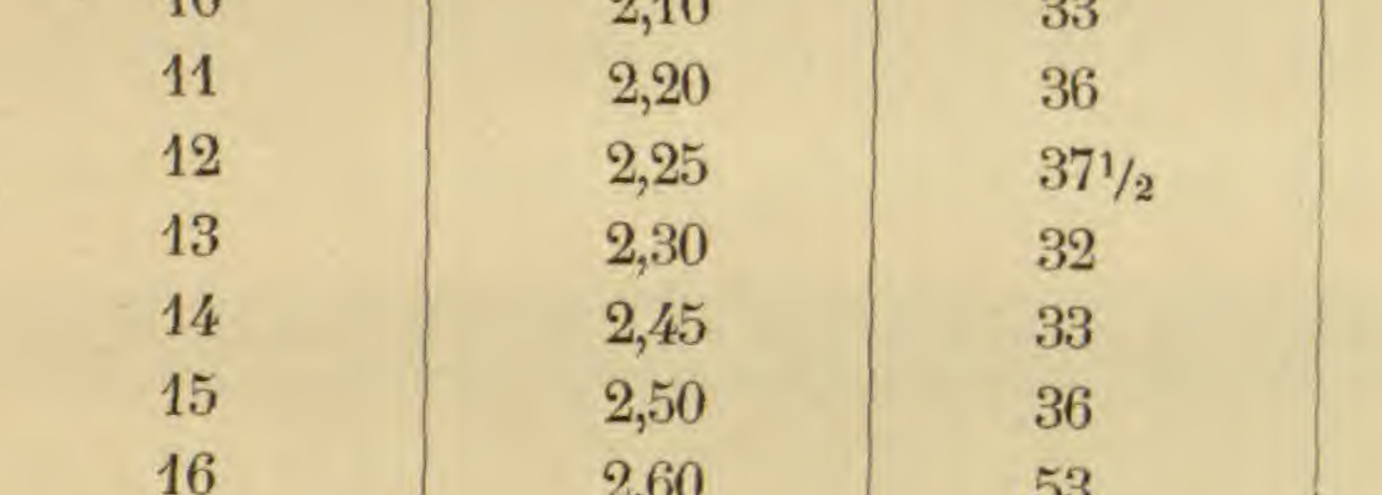


Fig. 53. *Phoenix farinifera.*

Die Exemplare Nr. 1, 2, 7, 10, 13, 14, 17 bildeten die Gruppe XII E 3; 4, 8, 11 und 15 XII E 43; 12 stand an XII E 43*a*, die übrigen standen an XII E 46.

77. **Phoenix reclinata** Jacq.

Gruppe von V L 25

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf 0,5 m
1	0,90	43
2	1,00	50
3	1,10	46½
4	1,80	48
5	1,90	(46) = 35?
6	5	54
7	5¼	(60) = 38?
8	5½	57
9	5½	52
10	5¾	54
11	5¾	(56) = 50?
12	5¾	(58) = 50?

Wahrscheinlich ein ganz geringes oder auch gar kein Dickenwachstum. Bei vier Stämmen waren Blattreste vorhanden; der wirkliche Stammesumfang wurde nach Analogie der nackten Teile geschätzt und hinter die gefundenen Zahlen gesetzt. In der graphischen Darstellung sind nur die letzteren Werte benutzt worden.

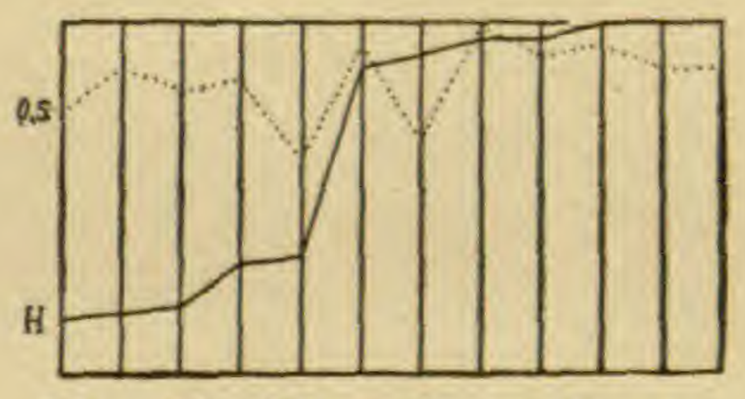


Fig. 54. *Phoenix reclinata.*

78. **Phoenix sp.** von der Stelle XII E 14

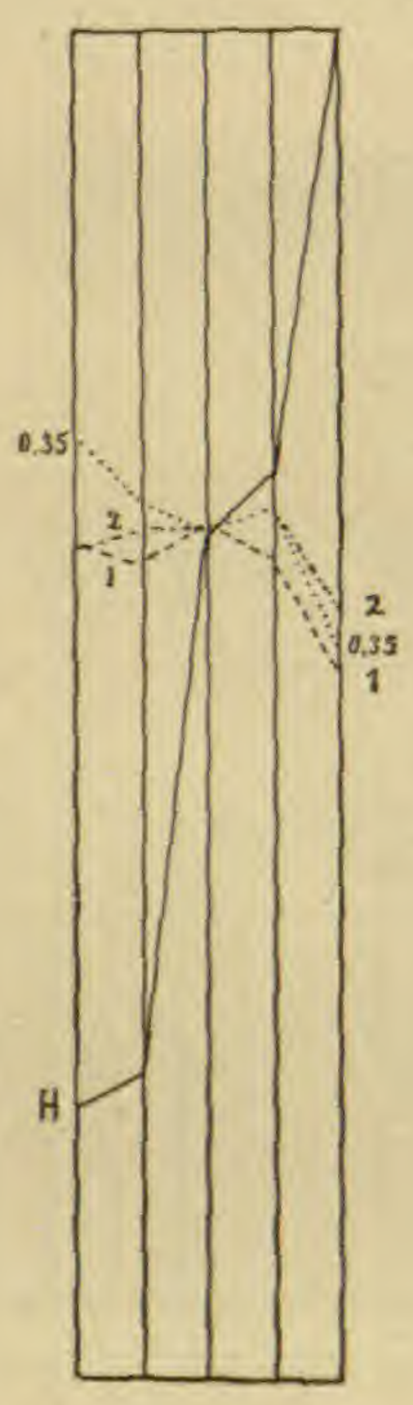
Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf	
		0,2	1 m
1	0,40	64	—
2	0,40	71	—
3	2,30	81	47
4	3¾	68	54

Kein oder ein geringes Dickenwachstum.

Fig. 55. *Phoenix* sp.

79. **Pigafettia elata** Wendl.

Exemplar von	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf		
		0,35	1	2 m
V D 51*a*	4	140	124	123
V D 51	4½	130	121	126
V J 7*a*	12½	126	127	126
V J 7	13½	129	122	129
XII C 9	21	108	105	114



Wenn Dickenwachstum vorkommt, so ist es jedenfalls schon 2 m unter den Blattscheiden ganz erloschen.

Fig. 56. *Pigafettia elata.*

80. **Pinanga coronata** Bl. Gruppe von V K 100*a* [1])

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf		Länge des Internodiums auf 1 m
		0	0,4 m	
1	0,40	14	10	4½
2	1,40	13	9	4
3	2,02	12	10½	4½
4	2,22	12	10½	4½
5	2,22	12½	12	4½
6	2,26	13	12	5

1) Unter dem Namen *Ptychosperma* sp. Cheribon.

Gar kein Dickenwachstum.

Das nämliche Resultat ergab die Untersuchung zweier anderer Gruppen von XII C 13 und V H 42 [1]).

Gruppe von XII C 13

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf	
	Scheiden	Blattstiele	0,2	0,5
1	0,20	0,60	18	—
2	0,45	0,80	18	16 [2])
3	0,45	0,95	19	18 [2])
4	0,60	1,00	21	18
5	0,85	1,05	18	18

Gruppe von V H 42

Exemplar Nr.	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf	
	Scheiden	Blattstiele	0,2	0,5
1	0,32	0,68	14	—
2	0,75	1,15	14	12
3	0,75	1,20	13	12
4	1,35	1,75	14	13½
5	1,60	2,00	12	11
6	1,75	2,20	16	15½
7	3¼	3½	13	12

Bei dieser Gruppe sind nur die randständigen Exemplare gemessen, bei der vorigen jüngeren Gruppe dagegen alle vorhandenen; daher sind die Exemplare der zweiten Gruppe sämtlich etwas dünner.

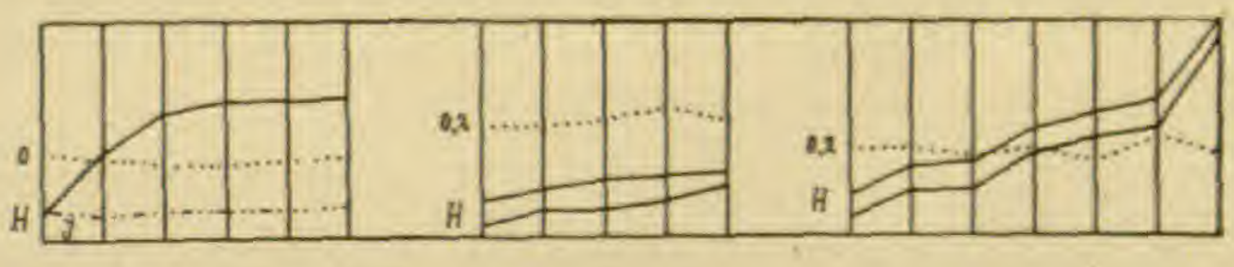


Fig. 57. *Pinanga coronata* von V K 100*a* (links) XII C 13 und V H 42 (rechts).

Schliesslich waren noch zwei Gruppen von V K 110 vorhanden, welche ohne nähere Messung sofort das Fehlen des Dickenwachstums erkennen liessen.

---

1) Beide unter dem Namen *Ptychosperma Teysmanniana* Scheff.
2) Auf 0,45.

81. **Pinanga Kuhlii** Bl.

Zwei Gruppen von V K 114 [1]).

Von den beiden Gruppen war die eine jung und kräftig, die andere alt. Bei den jüngeren Stämmen zeigten alle, bei den älteren einige eine basale Verdickung des Stammes; bei den meisten älteren Stämmen war diese durch Humusanhäufung und Wurzelbildung dem Auge entzogen. Die älteren Stämme waren daher an der Basis meist dünner als die jüngeren. Kein Dickenwachstum.

82. **Pinanga Kuhlii** Bl. **var. alba.**

Gruppe von XII E 5

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf		Länge des Internodiums auf 1 m
		0,1	1 m	
1	[0,35	18	—	—
2	0,63	13	—	—
3	1,25	23	16½	22
4	1,30	14	12½	15½
5	1,64	17	15	18
6	1,70	12	9	4
7	2,30	18	15	15
8	2,75	17½	15	17
9	2,75	16½	15	15½
10	3,10	18½	16½	19
11	3½	14½	12	8
12	4	22	17	21

Von Dickenwachstum keine Spur; der Vegetationskegel nimmt zwischen 0,1 und 1 m ein wenig ab. Die in der graphischen Darstellung nicht wiedergegebene Internodiumlänge steht in deutlicher Beziehung zu der individuellen Kraft des Stammes.

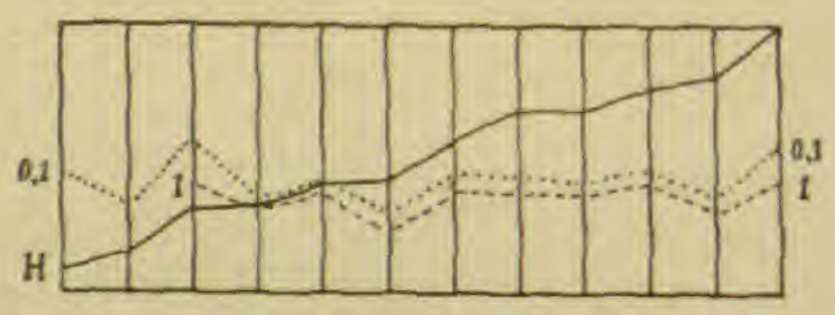


Fig. 58. *Pinanga Kuhlii* var. *alba*.

83. **Pinanga Kuhlii** Bl. **var. sumatrana** Scheff.

Gruppe von V G.

Auch ohne Messung zeigt sich deutlich das Fehlen des Dickenwachstums und die Abnahme des Vegetationskegels nach oben.

---

1) Unter dem Namen *Ptychosperma* sp.

Gruppe von V H 6 [1])

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf 0,5 m
1	0,70	13½
2	0,98	17
3	1,03	14½
4	1,51	16
5	1,60	16
6	1,60	13
7	1,65	13
8	1,85	17

Kein Dickenwachstum. Drei Stämme, welche auf einen halben Meter noch keinen freien Stamm ausgebildet hatten, gehörten zu den allerdicksten.

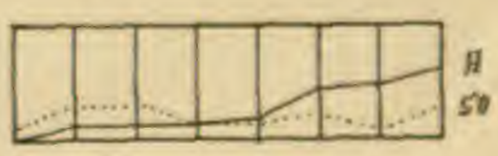


Fig. 59. *Pinanga Kuhlii* var. *sumatrana*.

84. **Pinanga maculata** Porte.

Gruppe von X D 10, nur randständige Exemplare gemessen.

Exemplare Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Durchmesser des Stammes auf	
		0,1	0,5 m
1	0,13	0,55	—
2	0,20	0,5	—
3	0,26	0,5	—
4	0,34	0,6	—
5	0,54	0,7	0,7
6	0,80	0,7	0,55
7	1,05	0,7	0,7
8	1,27	0,9	0,8
9	1,42	0,85	0,85

Die zwei ersten waren ausgesuchte kräftige Exemplare; letzteres geschah, weil bei der sehr gedrängten Stellung der überaus zahlreichen Stämmchen eine Minderwertigkeit des Nachwuchses zu befürchten war. Dennoch waren diese Exemplare dünner als die älteren; es liegt also nahe, hier auf ein gutes Dickenwachstum zu schliessen. Ich will hier aber gleich bemerken

1) Unter dem Namen *Ptychosperma sumatrana* Scheff.

dass die anatomische Untersuchung ergeben hat, dass nur ein äusserst geringes Dickenwachstum vorkommt, sodass der Rückgang der Gruppe hier ein Dickenwachstum vorgetäuscht haben muss.

Eine graphische Darstellung war bei dem sehr geringen Durchmesser der Stämme nicht in gleichem Massstabe wie bei den übrigen auszuführen und ist deshalb nicht aufgenommen worden.

85. **Pinanga malaiana** Scheff.

Gruppe von V H 5, nur randständige Stämme gewählt.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf 0,5 m
1	0,38	14 (auf 0,38)
2	0,71	14
3	0,81	14
4	0,93	14½
5	1,13	14
6	2,40	15
7	3,10	13½
8	3,70	15
9	5	15

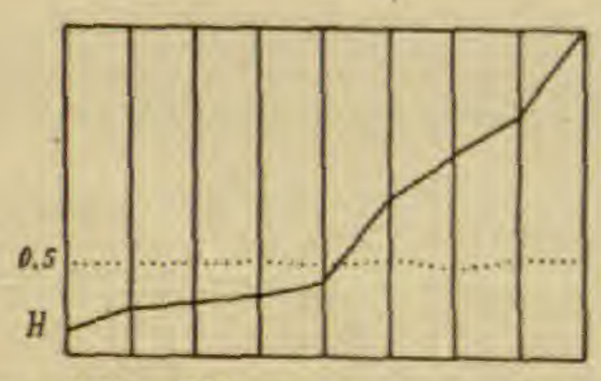


Fig. 60. *Pinanga malaiana.*

Kein Dickenwachstum, besonders geringe Variabilität der Dicken.

86. **Pinanga patula** Bl.

Eine grosse Gruppe von V H 41. Die Stämme standen ziemlich weit auseinander, nicht wie sonst dicht aufeinander.

Exemplar Nr.	Höhe bis an die Scheiden	Umfang des Stammes auf		Länge des Internodiums auf 0,5
		0,1	0,5 m	
1	0,30	5	—	—
2	0,47	12	(8½)	15 [1])
3	1,21	4	2¾	3
4	1,23	5	5¼	6
5	1,36	4	4	4½
6	1,36	7½	7	10
7	1,54	2¼	3½	4
8	1,64	9	7½	16½
9	1,64	6	5½	7
10	1,73	4¼	4¼	4½
11	1,99	6	6	7
12	2,10	9	7	11
13	2,12	6	6	9
14	2,15	7½	6	14
15	2,18	6	5¼	7½
16	2,43	7	6½	11
17	2,78	9	8	13
18	3,31	10	8	12

1) Unterhalb 0,47.

Dickenwachstum nicht vorhanden; die Internodiumlänge schwankt innerhalb weiter Grenzen und zeigt eine Korrelation mit dem Stammesdurchmesser. Ganz dasselbe zeigte eine zweite Gruppe [1]) von V K 97, bei der die höheren Stämmchen umgebogen und so ganz gemessen werden konnten.

Fig. 61. *Pinanga patula* von V H 41.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf 0,5 m	Länge des Internodiums auf 0,5 m
	Scheiden	Blattstiele		
1	0,50	0,68	4	8
2	0,52	0,77	7½	19
3	1,06	1,31	4½	9
4	1,50	1,75	4½	10
5	2,33	2,52	4	7
6	2,42	2,71	7	13
7	2,60	2,77	5½	8½
8	2,57	2,84	5	10½
9	2,70	2,90	4½	10½
10	3,23	3,40	4	5½
11	3,26	3,41	4	9½
12	3,25	3,45	5	11
13	3,30	3,48	4½	10
14	3,40	3,60	6	15½
15	3,45	3,67	4½	13
16	3,80	4,02	5	12
17	4,19	4,34	4½	8
18	4,50	4,64	5	14
19	4,66	4,85	5½	16

Das Fehlen des Dickenwachstums ist hier zweifellos. Jedes Stämmchen kam einzeln auf 0,1 bis 0,5 m Abstand von den benachbarten aus einem Rhizom zum Vorschein.

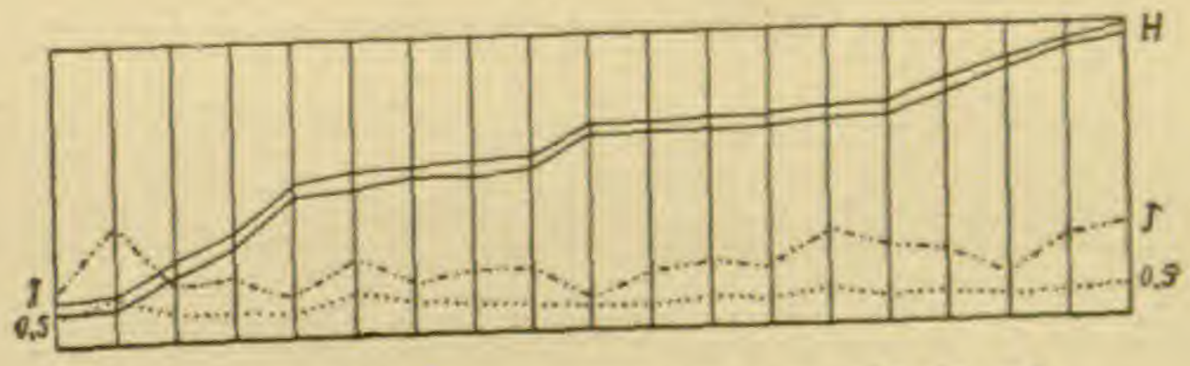


Fig. 62. *Pinanga patula* von V K 97.

87. **Pinanga patula** Bl. **forma sumatrana.**

Gruppe von V G 2, welche schon dem Augenschein nach deutlich das Fehlen des Dickenwachstums aufwies.

---

1) Unter dem Namen *P. disticha* Bl.

88. **Pritchardia pacifica** Seem. et Wendl.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf	
	Scheiden	Blattstiele	0	0,5 m
XII E 84	0,50	0,80	88	47
XII E 84*a*	1,50	2,00	100	68

Schon diese wenigen Zahlen ergeben, dass ein andauerndes Dickenwachstum wahrscheinlich ist.

89. **Ptychococcus paradoxus** Becc.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Scheiden	Blattstiele	0	0,2	1	2 m
X D 32	3¾	4¼	56	—	33	28½
X D 32*a*	3¾	4¼	64	—	37	34
V I 9*a*	10	10¾	60	—	53½	47
V I 9	10¼	11	—	60	48	45

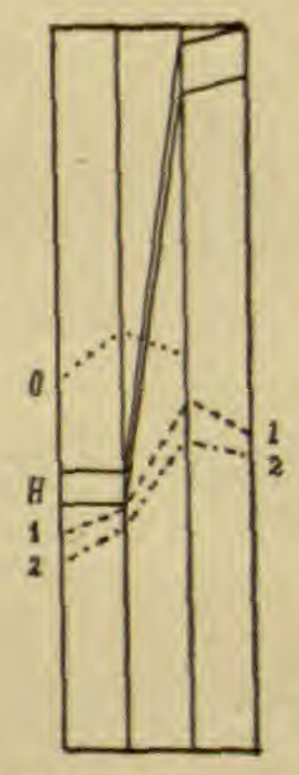


Fig. 63. *Ptychococcus paradoxus.*

Deutet entschieden auf Dickenwachstum hin, das indess bei den beiden ersten Exemplaren an der Stammbasis bereits erloschen ist.

90. **Rhapis flabelliformis** L'Hérit.

Zwei Gruppen, von V K 50 und V K 40. Durchaus kein Dickenwachstum; die jüngsten Exemplare sind nicht dünner als die ältesten, einzelne jüngere sind sogar am dicksten.

91. **Rhapis humilis** Bl.

Gruppe von V K. Wie die vorige Art.

92. **Rhapis maior** Bl.

Gruppe von V K 45. Wie R. flabelliformis.

93. **Rhopaloblaste hexandra** Scheff.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0,3	1	2 m
V H 31*a*	3¾	4¾	66½	53	44
ohne Bezeichnung [1])	5¼	6	76	66	59
» » [1])	6	7	84	78	73
V H 31	7	8¼	89½	77	70
XII E 82	9	10	96	88	88
X E 35	10½	12	112	95	88½
X E 35*a*	10½	12	103	93	87

Deutliches, lange andauerndes Dickenwachstum. Auch die basale verdickte Stelle des Stammes fährt noch fort, in die Dicke zu wachsen.

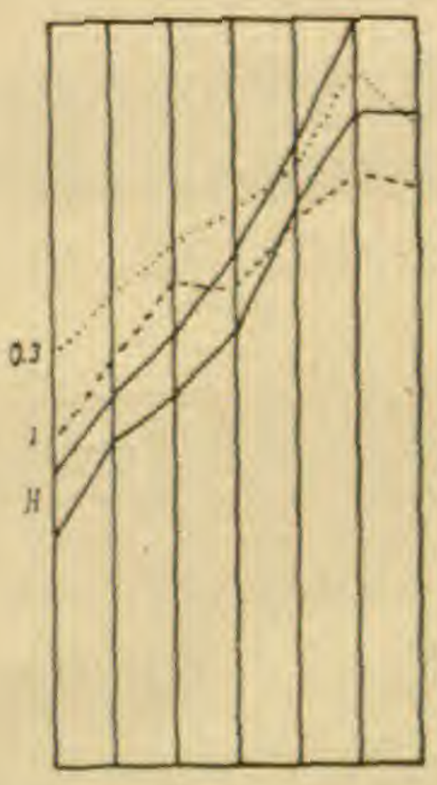


Fig. 64. *Rhopaloblaste hexandra.*

94. **Sabal mauritiiforme** Gris. et Wendl.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf		
	Scheiden	Blattstiele	0	1	2 m
XII E 68	0,20	2,50	214	—	—
XII E 68*a*	0,70	3,00	148	—	—
V H 28	12	—	154	85	70½
V H 28*a*	12½	—	142	86	72

1) Neben den Gewächshäusern.

Fig. 65. *Sabal mauritiiforme.*

Dickenwachstum nicht vorhanden. Die lokale Verdickung an der Stammbasis wird offenbar von dem Vegetationskegel ausgebildet.

95. **Verschaffeltia splendida** Wendl.

Obwohl das Material in dem Garten nicht hinreichte zur Beurteilung der Dickenwachstumverhältnisse, führe ich diese Art hier dennoch an, weil in den grossen Stelzwurzeln der Art deutliche Längsrisse in der Rinde vorkamen, sodass hier wahrscheinlich ein Dickenwachstum der Wurzeln vorliegt.

96. **Wallichia disticha** And.

Exemplar von	Höhe bis an die		Umfang des Stammes auf			
	Blattstiele	letzte Trennung der Blattstiele	0	0,2	1	2 m
X D 68*a*	0,50	1,80	(20×27)	—	—	—
X D 33	1,80	6½	—	20×22	(20×28)	(21×33)
X D 33*a*	2,20	6	—	21×22	20×21	(21×29)

Wahrscheinlich kein Dickenwachstum.

II. Kapitel. Zusammenfassung und Folgerungen.

Die Betrachtung der im vorigen mitgeteilten Tabellen und Darstellungen lehrt uns, dass das Dickenwachstum der Palmen in ganz anderer Weise vorsichgeht als das der baumartigen Dikotyledonen. Dort ein unbeschränktes, bisweilen überaus mächtiges Dickenwachstum, das zeitlebens andauert; hier bei den Palmen oft gar kein Dickenwachstum, und wo ein solches vorkommt, meistens ein verhältnissmässig schwaches und beschränktes. Bei mehreren Arten wachsen nur noch die gerade von den Blattresten befreiten Stammesteile ein wenig in die Dicke, oft ist dieses Wachstum bereits 1 oder 2 m unterhalb der Blattreste erloschen, bald ist es über eine grössere Strecke des Stammes verteilt. Ob auch Arten vorkommen, welche zeitlebens in ihrem Stamm ein Dickenwachstum besitzen, kann auf Grund meiner Zahlen nicht festgestellt werden; wahrscheinlich aber hört bei allen Arten das Dickenwachstum in bestimmter Entfernung von der Endknospe auf.

Das ganze Dickenwachstum schliesst sich dem primären Dickenwachstum in der Endknospe so innig an, dass eine Trennung nicht anzugeben ist und dass man das sekundäre Dickenwachstum als eine auch nach Beendigung des Längenwachstums fortdauernde Verlängerung des primären Dickenwachstums betrachten kann. Im zweiten Teil werden wir sehen, dass diese Auffassung auch anatomisch seine Berechtigung hat.

Wir können nun die im vorigen untersuchten Arten folgendermassen in einige Gruppen einteilen:

a. Starkes Dickenwachstum.

Acanthorhiza aculeata Wendl, *Actinophloeus propinquus* Becc. var. *Keyensis* Becc [die Gruppen von X D 29], *Chrysalidocarpus madagascariensis* Becc., *Dictyosperma album* Wendl. et Drude, *Dypsis* sp. Mauritius, *Euterpe oleracea* Mart., *Hydriastele Wendlandiana* Wendl. et Drude, *Oncosperma fasciculatum* Thw., *O. fila-*

mentosum Bl., *O. horridum* Scheff., *Oreodoxa acuminata* Willd., *O. oleracea* Mart., *O. regia* Kunth. — 13 Arten.

b. Gutes Dickenwachstum.

Actinophloeus Macarthuri Becc., [von XII C 3, XII E 60 und V K 2], *Archontophoenix Alexandrae* Wendl. et Drude, *Areca Catechu* L. var. *alba*, *Caryota* sp. Tjiapoes, *Dictyosperma aureum* Wendl. et Drude, *Heterospathe elata* Scheff., *Oncosperma* sp. Bangka, *O.* sp. Sarawak, *O.* sp. Sumatra, *Rhopaloblaste hexandra* Scheff. — 10 Arten.

c. Schwaches Dickenwachstum.

Areca triandra Roxb., mit var., *Arenga obtusifolia* Mart., *A. obtusifolia* (?), *Bactris speciosa* Karst, *Cyrtostachys Renda* Bl., *Livistona* sp. Wonodjatti, *Phoenix farinifera* Roxb., *Pinanga maculata* Porte. — 8 Arten.

d. Wahrscheinlich gutes Dickenwachstum.

Acanthophoenix rubra Wendl., *Areca Normanbyi* F. Muell, *A.* sp. N. Guinea, *Calyptrocalyx spicatus* Bl., *Caryota urens* L., *Orania aruensis* Becc. — 6 Arten.

e. Wahrscheinlich schwaches Dickenwachstum.

Areca imperialis Hort., *Caryota* sp. Noesa Kembangan, *Loxococcus rupicola* Wendl. et Drude, *Martinezia erosa* Lind., *Mischophloeus paniculata* Scheff., *Pritchardia pacifica* Seem et Wendl., *Ptychococcus paradoxus* Becc. — 7 Arten.

f. Schwaches oder fehlendes Dickenwachstum.

Actinophloeus Macarthuri Becc. [von XII E 112], *Areca Alicae* F. Muell, *Areca macrocalyx* Zipp., *A.* sp. Groot Kei, *Astrocaryum aculeatum* Mey, *Bactris maior* Jacq, *B. pallidispina* Mart., *B. Verschaffelti* Hort., *Cocos nucifera* L., *C. oleracea* Mart., *Eugeissona triste* Griff, *Licuala Rumphii* Bl., *Livistona Jenkinsiana* Griff, *L. rotundifolia* Mart., *Nephrosperma Van Houtteana* Balf. f.,

Phoenix reclinata Jacq., *Ph.* sp., *Pigafettia elata* Wendl., *Wallichia disticha* And. — 19 Arten.

g. Kein Dickenwachstum.

Acoelorrhaphe Wrightii Wendl., *Actinophloeus propinquus* Becc. var. *Keyensis* Becc. [von V K 1], *Astrocaryum gynacanthum* Mart., *Bactris Corossila* Karst, *B.* sp. Trinidad, *Chamaedorea elatior* Mart., *Ch. Karwinskiana* Wendl., *Geonoma Verschaffelti* Hort., *Gronophyllum microcarpum* Scheff., *Latania Commersonii* Gmel, *L. Loddigesii* Mart., *Licuala spinosa* Wurmb., *Livistona chinensis* R, Br., *L. Hoogendorpii* Hort., *Martinezia caryotaefolia* H. B. et K., *Metroxylon longispinum* Mart., *M. Rumphii* Mart., *M.* sp., *Nenga Schefferiana* Becc., *Pinanga coronata* Bl., *P. Kuhlii* Bl. mit var., *P. malaiana* Scheff., *P. patula* Bl. mit var., *Rhapis flabelliformis* L'Hérit, *Rh. humilis* Bl., *Rh. maior* Bl., *Sabal mauritiiforme* Gris. et Wendl. — 27 Arten.

Zusammen sind es also 31 Arten, bei denen ein Dickenwachstum konstatiert wurde, gegen 27, bei denen es deutlich fehlt; dazu war bei 13 Arten das Dickenwachstum wahrscheinlich vorhanden, bei 19 dagegen wahrscheinlich nicht. Dabei ist dann noch immer die Tatsache zu bedenken, dass hier nur die freien Stammesteile untersucht worden sind; von einer Palme mit kurz andauerndem Dickenwachstum, das bereits erlischt bevor die Blattscheiden abfallen, ist hier natürlich das Dickenwachstum nicht erkannt und wird die Art als ohne Dickenwachstum angeführt. Die Zahl der Arten ohne Dickenwachstum ist weiter noch zu vermehren mit den nichtuntersuchten kletternden Arten *Calamus* und *Desmoncus*, welche bei der gleichmässigen Dicke ihrer Stämme augenscheinlich kein Dickenwachstum besitzen.

Drei der untersuchten Arten sind hier nicht mitgezählt worden: *Drymophleus olivaeformis* Mart. wo dem Anschein nach ein Hemitelia-Typus einigermassen entwickelt war, *Livistona australis* Mart., wo das deutlich konstatierte Dickenwachstum grösstenteils primär gewesen sein mag, und *Verschaffeltia splen-*

dida, bei welcher Art in den Stelzwurzeln vielleicht Dickenwachstum vorkam.

Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass von den erhaltenen Ergebnissen einzelne wohl unrichtig sein werden; in der Einleitung sind die Fehlerquellen der angewandten Methode schon hervorgehoben worden. Diese Beobachtungen werden also ebensogut nachgeprüft als ausgedehnt werden müssen; sie bilden aber zweifellos eine gute Grundlage für unsere Kenntnis von der Verbreitung des Dickenwachstums bei den Palmenstämmen.

Bemerkenswert ist, dass die Verteilung des Dickenwachstums so wenig mit der systematischen Verwandtschaft der Arten zusammengeht. Zwar sind bei einzelne Gattungen, wie *Rhapis*, *Metroxylon*, *Oreodoxa*, *Oncosperma*, alle untersuchten Arten gleich in ihren Wachtumsverhältnissen; bei anderen, wie *Livistona*, *Pinanga*, *Areca*, *Bactris*, finden wir Arten mit und ohne Dickenwachstum. Und in den grösseren Gruppen zeigt sich ebenfalls wenig Regelmässigkeit in der Verteilung des Dickenwachstums. Zwar sind alle Arten mit Dickenwachstum aus den beiden Unterfamilien der *Coryphinae* und *Ceroxylinae*, während aus den Unterfamilien der *Borassinae* und *Lepidocaryinae* nur Arten ohne Dickenwachstum untersucht worden sind; weil aber die Zahl der untersuchten Arten aus diesen beiden letzten Unterfamilien nur gering ist (*Borassinae*: 2 *Latania* sp.; *Lepidocaryinae*: *Eugeissona* 1 sp., *Metroxylon* 3 sp., *Pigafetta* 1 sp.), so wäre die Folgerung einer systematischen Verteilung eine übereilte. Die Verteilung innerhalb der Tribus lässt schliesslich keine Regelmässigkeit erkennen.

Zum Schluss ist hier noch etwas zu sagen von der Periodizität der Stammesdicke. Dass die Palmenstämme sich im allgemeinen nach oben verjüngen, ist bereits von Eichler bemerkt worden; für ihn war diese Tatsache sogar der Grund zur Annahme des Dickenwachstums. Er schreibt von den nach oben sich verjüngenden Stämmen: „Hier könnte man allerdings sagen, der Stamm sei nicht nach unten dicker, sondern nach oben dünner geworden; wer hat aber schon eine Palme mit einem meterdicken Stammscheitel gesehen, wie er unter

jener Voraussetzung bei *Metroxylon Rumphii* in der Jugend gewesen sein müsste?" [1]). Es ist nun wohl zufällig, dass dieser *Metroxylon Rumphii* zu den Arten ohne andauerndes Dickenwachstum gehört und dass hier die Endknospe wirklich ebensodick ist wie später der Stamm (in Buitenzorg allerdings nicht 1 m sondern etwa 0,6 m).

Bei diesen Arten ohne Dickenwachstum ist nun die Periodizität der Stammesdicke in der Regel so bemessen, dass die Stammesform eine normale wird, d. h. in Bodenhöhe am dicksten ist, nach oben erst rasch, später langsamer abnimmt. Daher finden wir im vorigen in den Tabellen bei den Arten ohne Dickenwachstum ebensogrosse Unterschiede zwischen der Dicke in Bodenhöhe und der in Brusthöhe als bei den Arten mit Dickenwachstum. Wie es nun bei den in die Dicke wachsenden Arten damit steht, ob hier die grössere Dicke in Bodenhöhe durch stärkeres Dickenwachstum oder durch grösseren Umfang der Endknospe, oder durch beide entsteht, ist aus diesen Zahlen nicht zu erkennen.

Gouda, Mai 1911.

Nach der Fertigstellung meines Manuskriptes erhielt ich die Arbeit von Kraus: „Über Dickenwachstum der Palmenstämme in den Tropen", [2]) in der die vor 18 Jahren von Kraus ausgeführten Bestimmungen ausführlich mitgeteilt werden. Ich habe noch — leider vergeblich — versucht, einzelne Stämme herauszufinden, welche zweifellos die nämlichen waren wie die von mir gemessenen. Weil Kraus nur die Nummer, aber nicht die Abteilung in der die Bäume standen nennt, gelang mir das nicht; vielleicht ist auch in den neun Jahren zwischen seinen Bestimmungen und den meinigen mancher Name und manche Nummer geändert worden. Jedenfalls stimmen die Resultate, soweit ersichtlich, hin-

---

1) A. W. Eichler: Über die Verdickungsweise der Palmenstämme, Sitz. Ber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin, Bd. 28, 1886, S. 501.

2) Diese Annalen, Vol. 24. 1911.

reichend überein; bei den nach meinen Befunden nicht wachsenden Arten findet Kraus ebenfalls kein Wachstum; bei den längere Zeit wachsenden findet er ein solches in denjenigen Fällen, wo der gewählte Stamm nicht zu alt war. Ist die Bestimmung dagegen an einem sehr hohen Stamm ausgeführt worden, wie bei *Oncosperma filamentosa*, so findet Kraus natürlich kein Dickenwachstum, obwohl hier ein starkes Dickenwachstum vorliegt, das sich aber im späteren Alter einstellt.

Bussum, Jan. 1912.

II. TEIL.

Anatomische Untersuchungen.

III. KAPITEL. Methodisches.

Die Gewebe des Palmenstammes, welche sich im jungen Zustande leicht schneiden lassen, erhalten, wenn sie älter werden, bei vielen Arten eine solche Härte, dass dadurch grosse Schwierigkeiten für die Untersuchung entstehen. HELENE KRÄNZLIN schreibt, die verhärteten Stammstücke von *Euterpe oleracea* wiesen eine solche Härte auf, „dass sowohl Mikrotom- wie Rasiermesser versagen" [1]). Und BARSICKOW schreibt von seiner Untersuchung des Stammes von *Cocos nucifera* [2]): „Bei der Entnahme der Präparate aus den peripherischen Teilen des Holzkörpers des untersten Stammteiles stiess ich auf eine erhebliche Schwierigkeit. Das Messer fand hier einen derartigen Widerstand, dass ich mich mit ganz kleinen Schnitten begnügen musste; Präparate, welche den Querschnitt eines ganzen oder gar mehrerer Gefässbündel enthielten, konnte ich, trotz aller Mühe, nicht erhalten". Daher kommt es wohl, dass alle früheren Untersucher des Dickenwachstums sich mit den von BARSICKOW genannten kleinen Querschnitten begnügt haben, welche eine Übersicht des Ganzen nicht gestatten.

Aus meinen Untersuchungen wird, wie ich hoffe, hervorgehen, dass für ein gutes Verständnis der Dickenwachstumsverhältnisse unbedingt die Übersicht über wenigstens einen ganzen Stammsektor notwendig ist, sodass man eigentlich grosse

---

1) HELENE KRÄNZLIN. Über das Dickenwachstum der Palme *Euterpe oleracea*. Berichte d. d. Bot. Ges. 24, 1906, S. 485.

2) MAX BARSICKOW. Über das sekundäre Dickenwachstum der Palmen in den Tropen. Verh. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. Bd. 34, 1901, S. 213.

Übersichtsschnitte von den Stammesteilen für eine erfolgreiche Erledigung der gestellten Frage haben muss.

Nach vielen vergeblichen Bemühungen habe ich aber die Gewinnung solcher Präparate sogar von den dünnsten Arten aufgeben müssen. Wahrscheinlich wird eine bessere Technik die Anfertigung solcher Präparate ermöglichen; die Schwierigkeit ist aber ziemlich gross und beruht darauf, dass die stahlharten Stränge isoliert voneinander durch eine weiche Grundmasse, das Parenchym, laufen. Bei dem erheblichen Druck, den das Messer auf das Sklerenchym ausüben muss, ist das Parenchym nicht im stande, diesen Druck auszuhalten, sodass es zerrissen wird.

Das sonst so gut wirkende Flusssäure-Verfahren versagte völlig; sogar ein Bad von 50 % käuflicher Flusssäure übte keinen merklichen Einfluss aus; ebensowenig ein Kochen in Wasser oder in Glyzerin. Letzteres mazerierte die Gewebe vollständig; in einem Gemisch von Wasser und Glyzerin, in dem die Temperatur langsam anstieg, war ein Stückchen von *Pinanga maculata*, nachdem es 4 Stunden erhitzt worden war und das Thermometer 190° C aufwies, noch ganz hart; bei 200° zeigten die angefertigten Schnitte des Stückchens ungemein deutliche Mittellamellen der Sklerenchymfasern; bei Erhitzung auf 210° war die ganze Masse mazeriert. Schliesslich habe ich von vier Arten von der Firma Voigt & Hochgesang - Göttingen, Dünnschliffe anfertigen lassen; diese Präparate hatten aber für die mikroskopische Untersuchung auch zuviel gelitten, da namentlich das ganze weiche Innere des Stammes in den Dünnschliffen fehlte.

Zu guter Letzt habe ich aber eine geeignete Methode gefunden, welche das Anfertigen der Schnitte unnötig machte. Von einigen Autoren (Eichler [1], Strasburger [2]) waren schon neben den nach Querschnitten hergestellten Figuren auch solche angegeben, welche ein Oberflächenbild einer ausgedehnten Partie

---

1) Eichler. Über die Verdickungsweise der Palmenstämme. Sitz.ber. Berlin 42, 1886, S. 501.

2) Strasburger. Über die Verdickungsweise der Stämme von Palmen und Schraubenbäumen, Pringsh. Jahrb. Bd. 43, S. 580.

einer Querscheibe eines Stammes darstellten. Ich habe nun solche Oberflächenbilder in grösserer Vollkommenheit anzufertigen versucht, und zwar so, dass sie in genügender Vergrösserung mittelst der Camera gezeichnet wurden. Weil das Tageslicht für eine Betrachtung bei auffallendem Licht bei einer mässigen Vergrösserung nicht hinreicht, so habe ich als Lichtquelle gewöhnliches Kalklicht benutzt. Dieses ermöglichte mir mit einem über das Objekt gestellten Mikroskoptubus zu arbeiten, der mit den Zeissschen Systemen A + 1 oder $a_3 + 1$ ausgestattet war; stärkere Vergrösserungen waren für den beabsichtigten Zweck nicht nötig. In den so erhaltenen Zeichnungen konnte schon manches beobachtet werden (vergl. Tafel IV), während durch Herstellung von kleinen Querschnitten, welche in der betreffenden Zeichnung lokalisiert wurden, auch die feinere Anatomie von allen Teilen des Stammes genau studiert werden konnte.

Für die Anfertigung der Zeichnungen war eine besondere Aufstellung des Mikroskops notwendig, da auch sehr grosse Objekte darunter hindurchbewegt werden mussten; der Tubus wurde dazu von dem Mikroskopstativ getrennt und in einen hölzernen Ring gefasst, in dem es mittelst Zahn und Trieb bewegt werden konnte; dieser Ring trug einen seitlichen Griff, der in einem Klemmstativ befestigt wurde. Dieses Klemmstativ ruhte nicht auf dem Tische, sondern auf zwei liegenden hölzernen Pfosten. Zwischen diesen Pfosten wurde nun das Objekt — eine nicht zu dicke Stammscheibe — in ein niedriges Gefäss mit Alkohol gelegt; auf den Pfosten ruhte zugleich der schräg gestellte Zeichentisch. So konnte das Objekt unter Stativ und Zeichentisch hindurch bewegt werden. Die Lichtquelle wurde etwa 50 cm über und 30 cm vor dem Objekt aufgestellt; zwischen Objekt und Lichtquelle befand sich eine grosse Sammellinse von 15 cm Brennweite. Eine kleine Stelle des Objekts wurde dadurch hell beleuchtet; gerade über dieser Stelle stand der Mikroskoptubus. Weil das Arbeiten mit einer so starken Lichtquelle in der Nähe des Beobachters unangenehm war, wurde das Ganze, mit Ausnahme des Kalklichtes

und der Linse, in einen Engelmannschen Dunkelkasten [1]) gestellt; das Licht kam dann durch den Blechtrichter hinein.

Das Objekt konnte nur in Alkohol beobachtet werden, weil kein einziger Palmstamm das Eintrocknen verträgt, ohne dass das Parenchym schrumpft und sich spaltet; während mit Alkohol oder Wasser befeuchtete Objekte ausserhalb der Flüssigkeit der vielen Lichtreflexe wegen sich gar nicht zur Beobachtung eignen. Das Zerschneiden der Stammesteile geschah meistens mit einer Säge, nur bei sehr jungen Objekten mit einem Messer; der Sägeschnitt war dann noch mittelst planconcaver Rasiermesser flach zu schneiden. Letzteres gelang im allgemeinen ziemlich gut. Um diejenigen Teile des Stammes, welche gezeichnet werden sollten, an dem Objekt abzugrenzen, wurde dünnes Frauenhaar darüber gespannt; durch die geringen Lichtreflexe war dieses Material entschieden Metalldraht vorzuziehen.

Auf diese Weise war von den Objekten die ganze Topographie des Stammes leicht und genau wahrzunehmen. Vielfach waren sogar die gesonderten Sklerenchymfasern, die grossen Gefässe, die grossen Interzellulären im Parenchym u. dergl. zu sehen. In die Zeichnungen wurde nun das wichtigste hineingetragen, das als Basis für die nähere Untersuchung diente. Weil das Gesichtsfeld nur einzelne mm gross war, war ein fortwährendes Verschieben von Objekt und Papier notwendig. Weil der Zeichentisch aber unter den entsprechenden Winkel gestellt war, sodass keine Verzeichnung auftrat, so bot dieses keine Schwierigkeit.

Erwähnt sei hier nur noch, dass Versuche mittelst des Zeissschen Vertikalilluminators mit Tageslicht zu arbeiten, ganz scheiterten; die Beleuchtungsweise, welche sehr schön ist für Metalloberflächen, gibt bei den Palmenstämmen gar kein Bild, weil die vielen Reflexe in den Zellwänden alles unter einem dichten Nebel verschleiern; ob trocken oder unter Wasser beobachtet, mit Objectiv D oder der Wasser-Immersion D*,

---

1) Vergl. J. W. Moll, Die Fortschritte der mikroskopischen Technik seit 1870' S. 235. [In Progressus Rei Botanicae, Bd II, Heft 2, 1908].

alles war vergeblich. Poliertes Holz oder glatte Epidermisoberflächen von Laubblättern waren nicht einmal schön, Schnitte von Pflanzenteilen gar nicht zu erkennen.

IV. Kapitel. Actinophloeus propinquus Becc. var. Keyensis Becc.

Das Untersuchungsmaterial bestand aus zwei ganzen Stämmen, gefällt im April 1903. Es waren die beiden in der zweiten Tabelle auf S. 15 und in der graphischen Darstellung Fig. 5 als Nr. 6 und Nr. 12 angeführten. In der graphischen Darstellung ist sofort zu erkennen, dass beide Exemplare normale, mittlere waren; der grössere Umfang des höchsten Stammes ist nicht die Folge einer individuellen Variation sondern des Dickenwachstums. Die Vegetationskegel fanden sich in 111 und 161 cm Höhe, also 51 bezw. 56 cm oberhalb der Insertion der niedrigsten Blattscheide, welche nach den Messungen auf 60 bezw. 105 cm bestimmt worden waren.

Von diesen beiden Stämmen sind nun je zwei Querschnitte untersucht worden, in etwa 15 und 95 cm Bodenhöhe, je durch die Mitte eines Internodiums geführt.

Diese vier Schnitte werde ich im weiteren wie folgt bezeichnen:

Nr. 1 unten durch das ältere Exemplar.
Nr. 2 „ „ „ jüngere „
Nr. 3 oben „ „ ältere „
Nr. 4 „ „ „ jüngere „

Die Unterschiede zwischen 1 und 2 müssen also lediglich von dem Dickenwachstum herrühren, ebenso die zwischen 3 und 4; die Unterschiede zwischen 1 und 3 oder zwischen 2 und 4 sind jedoch zum Teil auf Rechnung des Dickenwachstums, zum Teil auf Rechnung der Periodizität zu schreiben.

Von jedem Querschnitt wurde ein kreuzförmiger Teil abgegrenzt und gezeichnet mit Obj. a_3 Oc. 1; von diesen Zeichnungen bringt die Tafel IV eine verkleinerte Wiedergabe so, dass die jetzige Vergrösserung eine neunfache ist; die vier

Figuren sind mit den gleichen Nummern wie oben bezeichnet. Weil die vier Kreuze sonst nicht innerhalb des Rahmens einer Tafel unterzubringen gewesen wären, sind die meisten Flügel in einige Teile geschnitten, und diese Teile nebeneinander gestellt; die Übersichtlichkeit wird darunter, wie ich hoffe, nicht zu sehr gelitten haben. In jede Figur sind nun eigentlich nur zwei Sachen eingetragen worden: die Fibrovasalstränge und die augenfällige Richtung der Parenchymzellwände. Letztere wurden als punktierte Linien wiedergegeben. Bei den Fibrovasalsträngen ist noch das Gefässbündel von dem Sklerenchymbelag unterschieden, indem letzteres entweder schwarz oder schraffiert oder auch punktiert dargestellt worden, der Gefässteil dagegen immer weiss gelassen ist. Ausserdem sind in jeder Zeichnung vier Sektoren mit einer Strichlinie angedeutet worden.

In allen vier Figuren zeigt sich an einer Seite, dem links reproduzierten Flügel, deutlich, dass die Fibrovasalstränge dort grösser sind als an den anderen Seiten; rechts sind sie am kleinsten. Die linke Seite war in der Natur jedesmal dem Lichte zugekehrt; wir werden sehen, dass an dieser Seite die Entwickelung weit voraus geeilt ist.

Ich werde nun meine Betrachtungen beginnen mit einer Vergleichung der Figuren 1 und 2. Dass hier ein starkes Wachstum stattfindet, tritt sofort deutlich hervor; die Fibrovasalstränge sind in 1 teils bedeutend grösser (im äusseren Teil des Zentralzylinders), teils erheblich weiter voneinander entfernt (im Zentrum). Dennoch ist es deutlich, dass die Fibrovasalstränge sich nicht vermehrt haben; wenn wir die Zahlen der Bündel bestimmen, bestätigt sich das sofort. Ich habe aus später zu entwickelnden Gründen einige Arten von Fibrovasalsträngen unterschieden und zwar folgende. In der nicht scharf abgegrenzter Rinde ist eine Menge kleiner Stränge vorhanden, welche in diesen älteren Präparaten nicht alle deutlich wahrnehmbar sind und von denen daher in 1 und 2 nur wenige gezeichnet worden sind. Darauf folgt eine einzige durch ihre Farbe auffallende Reihe, in den Figuren mit schraffiertem Sklerenchym dargestellte, grosse Stränge, die ich als Grenz-

stränge bezeichne, zwischen ihnen finden sich noch einzelne Rindenstränge. Die Stränge des Zentralzylinders sind noch in Aussenstränge und Innenstränge unterschieden, erstere mit schwarzem, letztere mit punktiert dargestelltem Sklerenchym. Wenn wir nun von den drei letzten Arten die Zahl bestimmen wollen, zählen wir diese innerhalb der 4 Sektoren ab, messen den Winkel der Sektoren und berechnen daraus die Zahl für 360°. Die Stränge, welche von einem der Sektorgrenzen geschnitten werden, sind dabei nur mitzuzählen, wenn die grösste Hälfte ihres Gefässbundels innerhalb des Sektors liegt. Auf diese Weise bestimmte ich:

Querscheibe	Grenzstränge		Aussenstränge		Innenstränge		Total berechnet
	in den Sektoren	Total berechnet	in den Sektoren	Total berechnet	in den Sektoren	Total berechnet	
1	10	110	160	1810	12	140	2060
2	13	110	209	1730	23	190	2030

Die Sektoren von 1 waren zusammen 31° 45′, bei 2 43° 25′.

Bei den geringen Zahlen der einzelnen Strängarten ist die Übereinstimmung ein recht gute; dass in 1 keine neuen Stränge aufgetreten sind, wird wohl jedem klar sein.

Um zu sehen, in welchen Teilen das Dickenwachstum am stärksten ist, kann man folgendermassen verfahren. Die Rinde, die von aussen verkorkt ist und abblättern kann, ist dabei nicht zu berücksichtigen. Im Zentralzylinder ist durch die Unterscheidung der Aussen- und Innenstränge eine Grenze gegeben. Wenn man nun zwischen diesen beiden Strängarten eine fliessende Kurve hindurchzieht, und in allen vier Flügeln deren mittleren Abstand vom Zentrum bestimmt, so kann man diese vier Linien als zwei Durchmesser einer Ellipse betrachten; die Oberfläche dieser Ellipse ist dann eine Annährung an die Oberfläche des Innenteiles des Zentralzylinders. Ebenso kann man die Oberfläche des ganzen Zentralzylinders bestimmen, wenn man innerhalb der schraffiert gezeichneten Grenzbündel eine Trennungslinie zieht; die Differenz dieser beiden Zahlen

gibt uns dann die Oberfläche des Aussenteils. Umgerechnet auf die wahren Grössenverhältnisse erhielt ich dann folgende Zahlen.

Querscheibe	Oberfläche in Quadratcentimetern		
	des ganzen Zentralzylinders	des Aussenteils	des Innenteils
1	27,3	20,5	6,8
2	9,2	7,6	1,6

Hieraus geht hervor, dass, wenigstens wenn die gezogenen Grenzlinien richtig sind, wie die feinere Anatomie uns bestätigen wird, der Innenteil am stärksten gewachsen, nämlich 4,2 × so gross geworden ist; der Aussenteil ist nur 2,7 × so gross geworden, der ganze Zentralzylinder 3 mal so gross.

Bevor ich nun die zytologischen Verhältnisse des Stammes näher bespreche, werde ich Fig. 3 und 4 in derselben Weise miteinander und mit Fig. 1 und 2 vergleichen. Die Zahlen der Fibrovasalstränge sind hier, gerade wie oben berechnet:

Querscheibe	Grenzstränge		Aussenstränge		Innenstränge		Total berechnet
	in den Sektoren	Total berechnet	in den Sektoren	Total berechnet	in den Sektoren	Total berechnet	
3	19	150	179	1430	47	380	1960
4	27	140	264	1330	50	250	1720

Die Sektoren waren bei 3 zusammen 44° 50′, bei 4 71° 40′. Die Übereinstimmung ist hier bei den Grenzsträngen und den Aussensträngen wieder eine recht gute, nur bei den Innensträngen ist sie weniger gut. Ich glaube, dass man aus diesen Zahlen folgern darf, dass keine nachträgliche Vermehrung der Stränge stattfindet. Vergleicht man diese Zahlen aber mit denjenigen von Querschnitt 1 und 2, welche von einer geringeren Höhe stammen, so findet man, dass die Zahl der Grenzstränge hier etwas grösser geworden ist, die der Aussenstränge merkbar abgenommen und die der Innenstränge wieder bedeutend zugenommen hat. Diese Änderungen sind nun, wenigstens was die beiden letzten Strängarten anbelangt, in ihrer Bedeutung völlkommen verständlich, insoweit der Stamm unten einer grös-

seren Festigkeit bedarf, so dass die besonders festen Aussenbündel dort reichlicher vertreten sein müssen als oben.

Die Oberflächen der verschiedenen Teile waren:

Querscheibe	Oberfläche in Quadratcentimetern		
	des ganzen Zentralzylinders	des Aussenteils	des Innenteils
3	7,4	4,6	2,8
4	2,9	2,1	0,8

Wie bei 1 und 2 ist also auch hier, in 95 cm Höhe, das Wachstum am stärksten im Innenteil (3,5 ×); am geringsten im Aussenteil (2,2 ×); das ganze Wachstum (2,6 ×) steht demjenigen auf 15 cm ein wenig nach. Die Periodizität der Erscheinungen tritt auch hier hervor, indem bei 3, dessen ganzer Zentralzylinder noch nicht einmal so gross ist als derjenige von 2, dennoch der Innenteil schon $1^3/_4$ × so gross ist als bei 2; auf 95 cm Höhe wird der Innenteil nicht nur mit mehr Fibrovasalsträngen, sondern auch grösser angelegt.

Nachdem wir diese Verhältnisse erkannt haben, können wir zur Betrachtung der an den kleinen Schnitten gewonnenen Resultate übergehen; ich werde dabei die verschiedenen Gewebe der Reihe nach besprechen.

Die **Epidermis** besteht in allen Schnitten aus einer einzigen Zelllage, deren Zellen eine verdickte gebogene Aussenwand haben (Fig. 66) und etwas dünnere Seiten- und Innenwände. Wenn man die älteren und jüngeren Stadien miteinander vergleicht, so sieht man, dass nur der tangentiale Durchmesser der Zellen sich ändert und durch das Dickenwachstum allmählich etwa verdreifacht wird, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

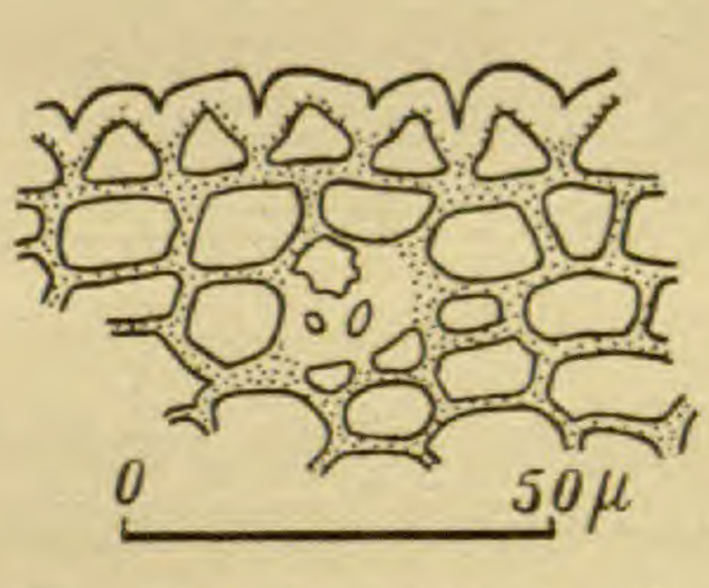


Fig. 66. *Actinophloeus*. Querschnitt 1. Schattenseite. Epidermis mit angrenzendem Rindenteil. Die braunen Wände der Parenchymzellen sind punktiert dargestellt, die weisse Aussenwand der Epidermis und die weissen Wände des Sklerenchymstrangs sind weiss gehalten.

Querschnitt	Tangentialer Durchmesser der Epidermiszellen	
	Lichtseite	Schattenseite
1	25—35 μ	10—20 μ
2	20—30 μ	8—15 μ
3	10—15 μ	8—15 μ
4	8—12 μ	8—12 μ

Der radiale Durchmesser bleibt dabei unveränderlich etwa 15 μ. Bei diesem Wachstum wachsen eigentlich nur die Innenwände, indem die Aussenwände, die anfangs stark vorgewölbt sind, sich abplatten. In den jüngsten Stadien ist diese Wand auf Querschnitten als annähernder Halbkreis mit beiderseits gerade gestreckten Verlängerungen nach innen zu beobachten; in denjenigen Teilen, wo die Epidermis schon abzublättern beginnt, ist die Aussenwand nur noch wenig gewölbt. Die Epidermiszellen sind unter sich in kurzen Vertikalreihen angeordnet, deren sämtliche Aussenwände zusammen einen Längswulst auf der Oberfläche des Stammes bilden, sodass sehr oberflächlich geführte Tangentialschnitte sich in einzelne parallele Streifen auflösen.

Die Rolle der Epidermis bei dem Dickenwachstum ist also eine ganz passive. Stomata sind spärlich vorhanden, nach einer Bestimmung etwa 15 pro q mm; weiter kommen in den jugendlichen Stadien ausserordentlich grosse Haare vor. Auf einen sehr kurzen, vielzelligen breiten Fuss sind zahlreiche dünnwandige unter sich mehrfach verschlungene Fäden inseriert, welche an der Basis zusammenhängen und mit ihren freien Enden einen dichten Filz über die Epidermis bilden.

Die **Rinde** ist bei den Palmen bekanntlich nicht scharf vom Zentralzylinder getrennt [1]). Wenn wir hier die unten zu behandelnden „Grenzbündel" noch zur Rinde rechnen, so ist sie in den Querschnitten etwa 70—90 Zellschichten dick und mit mehreren Bündelreihen versehen. Die Parenchymzellen sind am kleinsten an der Aussenseite und nehmen nach innen an

---

1) J. C. Schoute. Die Stelär-Theorie. Groningen 1902, Groningen und Jena 1903, S. 106.

Grösse zu. Auf Längsschnitten ist die Anordnung in langen Vertikalreihen ersichtlich. Einzelne Raphidenzellen sind vorhanden.

Die Querschnittsform der Zellen erleidet durch das Dickenwachstum ziemlich grosse Änderungen. Anfangs (in Querschnitt 4 z.B.) abgerundet polygonal, etwa ebensolang als breit, nimmt der tangentiale Durchmesser stark zu, der radiale ein wenig. Dieses Wachstum geht aber nicht bei allen Zellen gleich stark vor sich; bestimmte Zellen wachsen stark, andere wenig oder gar nicht. Dieses Verhalten findet wohl seinen Grund hauptsächlich darin, dass die Sklerenchym- und Fibrovasalstränge der Rinde, wie wir noch sehen werden, überhaupt nicht wachsen, sodass das Rindenparenchym auch den dadurch entstehenden Mangel an Raumausfüllung zu beseitigen hat. Gewöhnlich finden wir neben den Sklerenchymmassen Parenchymzellgruppen, welche gar nicht wachsen, während radiale Zellstrecken im Parenchym sich dagegen sehr bedeutend verbreitern, indem jede Zelle um ein vielfaches in tangentialer Richtung wächst. So entsteht hier durch tangentiales Wachstum an vielen Stellen eine pseudoradiale Anordnung der Zellen, welche natürlich von einer wirklichen leicht zu unterscheiden ist.

In der Figur von Querschnitt 1 ist die tangentiale Richtung der Zellwände, welche bei auffallendem Licht deutlich hervortrat, wiedergegeben worden, und es fällt dort auch auf, dass an vielen Stellen diese Streifung nur in radialen Bändern auftritt. Deutlicher aber tritt die radiale Anordnung der Zellen in Fig. 1 von Tafel V, die einen Teil der Rinde von Querschnitt 1 darstellt, hervor; das ganze Rindenparenchym ist dort in radiale Bänder verteilt; in dem reproduzierten Teil sind zufälligerweise nur wenige ungeänderte Zellen vorhanden.

Alle Parenchymzellen verdicken bei dem Wachstum ihre Wände ziemlich stark, diejenigen, welche auswachsen, wohl am stärksten; der Tüpfelreichtum und der Inhalt kennzeichnen sie aber immer als Parenchymzellen. Die Wanddicke kann dabei bis 25 μ ansteigen, ist jedoch sehr unregelmässig, sodass auch in den ältesten Stadien noch Wände von 2 μ zu beobachten sind; in den jüngsten Stadien sind die Wände gleichmässig

etwa 1 μ dick. Wenn das Wachstum der Zellen zu stark wird, werden radiale Wände in den Zellen gebildet, auch wieder in sehr unregelmässiger Weise; manche sehr lange Zellen bleiben ungeteilt, während viel kürzere eine Scheidewand bekommen; auf Tafel V sind die Beispiele davon leicht zu erkennen.

Die ursprünglichen Parenchymzellen bleiben aber immer leicht in den Präparaten zu erkennen; die grösste Zahl der Tochterzellen, die ich beobachtete, war vier. Stets bleiben im äusseren Teil der Rinde die ungeteilten Zellen vorherrschend; weiter nach innen nehmen diese in der Zahl ab, gerade ausserhalb der Grenzstränge und zwischen denselben sind in den späteren Stadien fast alle Zellen geteilt; von der Verbreitung dieser Zellteilung gibt folgende Tabelle ein Übersicht.

Querschnitt	Aussenteil der Rinde	Innenteil der Rinde
1	Mehr ungeteilte als geteilte Zellen	Die meisten Zellen geteilt, etliche ungeteilt (Taf. V, Fig. 1)
2	id. id.	id. id.
3	Radiale Streifen geteilter Zellen, die meisten Zellen ungeteilt	Radiale Streifen geteilter Zellen, die meisten Zellen ungeteilt
4	Keine Zellteilung	Keine Zellteilung

Durch Messung der ursprünglichen Zellen, ohne Rücksicht auf ihre Teilungen, lässt sich eine Einsicht in die Grösse des Wachstums geben:

Querschnitt	Seite des Stammes	Grösse der ursprünglichen Rindenzellen			
		Subepidermale Zellschicht		Innerste Rindenschichten	
		rad.	tang.	rad.	tang.
1	Lichtseite	10—15 μ	20—45 μ	40 μ	40—330 μ
2		10—12	30—50	30—40	25—250
3		10—15	10—20	10—30	15—160
4		10—15	8—15	10—25	10— 25
1	Schattenseite	10—12	20—30	20—40	20—150
2		10	10—25	20—35	15— 80
3		10—15	10—20	15—30	15—130
4		10—15	8—15	10—25	10-- 25

Die subepidermale Schicht bleibt in radialer Richtung also etwa gleich, tangential dehnt sie sich lange Zeit bis auf das dreifache aus; die innersten Rindenschichten erfahren eine deutliche, aber nicht starke Vermehrung ihres radialen Durchmessers, während in tangentialer Richtung der Durchmesser bei den am meisten wachsenden einzelnen Zellen mehr als zehnfach vergrössert werden kann.

In den älteren Stadien tritt dicht unter der Epidermis Peridermbildung ein; diese fängt damit an, dass stellenweise etwa drei oder vier Zelllagen des Parenchyms unter der subepidermalen Schicht sich tangential teilen; die äusseren in zwei, die inneren in drei oder vier Tochterzellen, welche alle verkorken. Diese Stellen sind äusserlich am Stamme leicht kenntlich, indem sie sich als rundliche, etwas leichter gefärbte, scharf umgrenzte niedrige Höckerchen zeigen, die man am besten mit Brandblasen vergleicht. Später bildet sich eine gleichmässige Peridermschicht aus, indem sich unter den Blasen und unter den sonstigen Teilen ein zusammenhängender Etagenkork ausbildet. Durch das starke Wachstum des Stammes entstehen in Epidermis und Rinde viele Längsrisse von bis $1^1/_2$ cm Länge, in den älteren Teilen sind diese an der Lichtseite so dicht, dass ein grosser Teil der Oberfläche mit den weit klaffenden Rissen bedeckt ist. Diese Risse treten am meisten gerade in den Blasen auf; der Riss geht dann durch das Periderm hindurch, und es bildet sich dann etwas tiefer ein neuer Peridermbogen aus, der sich seitlich an das vorhandene Periderm anschliesst. Wenn ein Riss sich in der unverkorkten Rinde bildet, so verkorkt beiderseits ein dreieckiger Teil der Rinde; dieser Teil wird von der lebendigen Rinde scharf abgegrenzt durch eine dunklere Schicht, in der gebogene oder zerquetschte Zellwände vorkommen; das Periderm bildet sich dann später innerhalb dieser Grenze neu aus.

Auf Querschnitten ähneln die Bilder dieser Risse denjenigen von Lentizellen durchaus; ob es wie diese auch Durchlüftungsapparate sind, möchte ich nicht gerne entscheiden. Die Epidermis und die subepidermale Schicht verkorken nie.

In der Rinde sind, wie gesagt, zahlreiche Fibrovasalstränge vorhanden. Diese liegen alle in der inneren Rindenhälfte; aut Tafel V Fig. 1 sind deren drei zu beobachten. Ausserdem finden sich, zumal in der äusseren Hälfte, viele Sklerenchymbündel, welche nach aussen hin immer kleiner werden; die äussersten sind öfters nur 15 μ im Durchmesser und nur aus drei Sklerenchymfasern gebildet. (Fig. 66). Die subepidermale Zellschicht enthält nie solche Bündel, in der zweiten Rindenschicht kommen sie manchmal schon vor, sodass diese Bündelchen auch im Periderm öfters eingeschlossen vorkommen. Fig. 67 gibt ein solches Bündelchen auf einem Längsschnitt wieder. Nach innen zu nehmen diese Bündel immermehr an Grösse zu, bis an 25 Fasern, dann tritt ein kleines kollaterales Gefässbündel hinzu, es sind somit Fibrovasalstränge, die wir finden; das Gefässbündel liegt entweder am Rande oder in der Mitte des Sklerenchyms. Auf Längsschnitten ist ersichtlich, dass diese Sklerenchymbündel sich nur auf kurze Strecken ausdehnen; die äussersten sind nur aus einigen nebeneinander liegenden Fasern gebildet, also nicht länger als die längste der einzelnen Fasern, d.h. öfters nicht mehr als 80 oder 100 μ. Der Name Sklerenchymbündel ist hier also eigentlich nicht mehr ganz passend. Die grösseren sind auch länger, weil sie aus längeren Fasern bestehen und weil die Fasern auch in verschiedenen Höhen in dem Bündel liegen, ich habe einige von etwa 5 mm beobachtet. Ob es auch solche gibt, die ganz wie Fibrovasalstränge durchlaufen und sich mit anderen verbinden, habe ich nicht feststellen können.

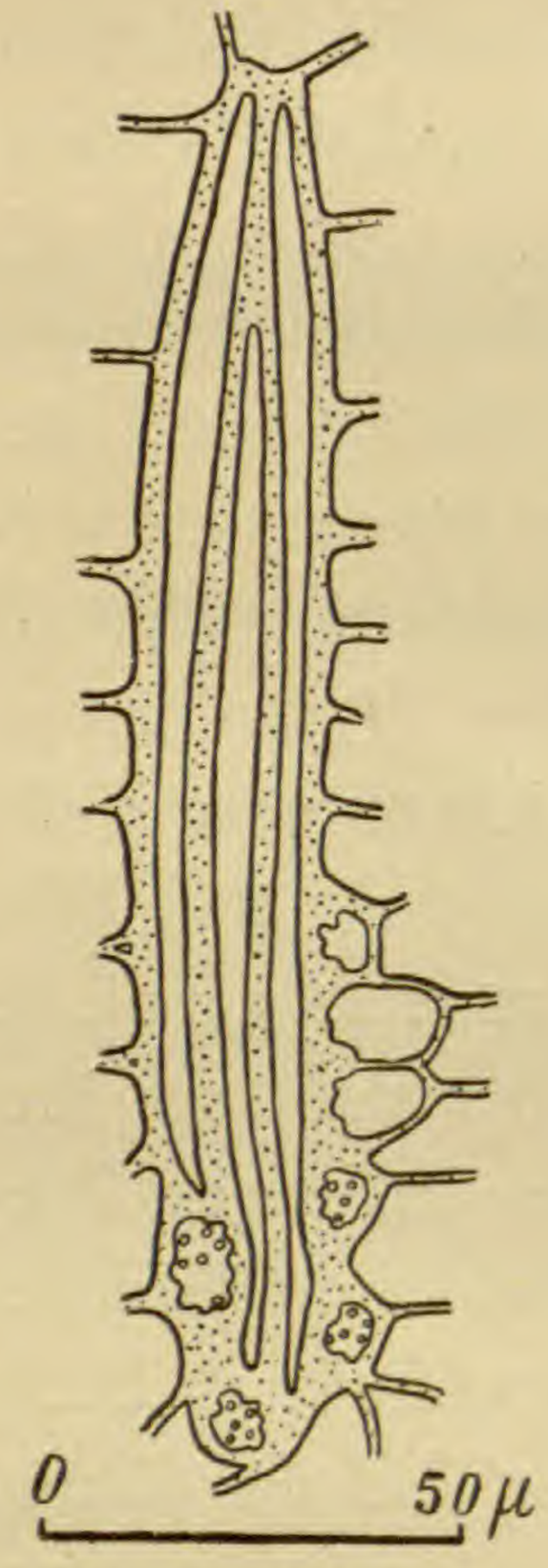


Fig. 67. *Actinophloeus.* Stammstück, von dem Querschnitt 2. Längsschnitt der Rinde, Lichtseite. Sklerenchymstrang; die Zellwände sind punktiert.

Die Fibrovasalstränge der Rinde sind immer im Gegensatz zu denen des Zentralzylinders grösstenteils aus Sklerenchym

gebildet, das Gefässbündel ist verhältnismässig sehr klein; meistens besteht es aus einem einzigen verhältnismässig kleinen Netzgefäss mit Tracheiden und Holzparenchym, und schliesslich einem kleinen Phloemstrang. Bei vielen der kleineren Stränge ist sogar kein Holzgefäss mehr zu finden. Nach innen zu nehmen die Rindenstränge, wie gesagt, an Umfang zu, bis in den Grenzsträngen der grösste Umfang erreicht wird. Von einem solchen Grenzstrang ist auf Tafel V in Fig. 1 ein Teil zu sehen, in Fig. 2 sehen wir ein solches Bündel ganz, in dieser zweiten Figur tritt auch der Unterschied der Grenzstränge mit den Strängen des Zentralzylinders hervor, von denen dort ebenfalls ein Bündel ganz und einige zum Teil abgebildet worden sind. Diese Grenzstränge sind nämlich ungerechnet ihrer Grösse noch dadurch gekennzeichnet, dass ihr Sklerenchym grösstenteils, oder gerade wie bei den Rindensträngen ganz, gleichartig in allen seinen Teilen ausgebildet wird, was bei den äusseren Zentralzylinderbündeln nicht der Fall ist. Alle ihre Fasern haben auf dem Querschnitt eine rundliche oder sechseckige Gestalt, und die Durchmesser der Fasern sind wenig verschieden. Nur finden wir bei diesen Grenzsträngen immer an der Grenze zwischen Sklerenchym und Phloem in der Mitte einige kleinere Fasern, welche in der Reproduktion nicht deutlich hervortreten, und bei den meisten Bündeln, wie auch bei dem photographierten, sind am Aussenrand des Sklerenchymbelags Fasern vorhanden, deren Querschnitt nicht rundlich sondern tangential gedehnt ist. Während die sonstigen Fasern bis etwa 40 μ Durchmesser haben, gehen solche bis 90 μ; das sonst kleine Lumen ist dann ebenfalls zur Spalte gezogen (vgl. die Abbildung).

Diese ungleichartige Entwickelung der Sklerenchymfasern ist, wie wir sehen werden, ganz erklärlich; die Unterschiede sind hauptsächlich bedingt durch die ungleichen Zeitpunkte der Differenzierung.

Es versteht sich, dass die Hauptmasse des Sklerenchyms sofort nach Beendigung des Längenwachstums ausgebildet wird. Welche Internodien noch wachsen und welche nicht, ist aus den Längen

ziemlich genau zu erkennen. Von dem ältesten Exemplar waren z.B. die Längen der einzelnen Internodien, von unten auf gerechnet, folgende (in cm): 4, $5^1/_2$, $6^1/_2$, 9, $9^1/_2$, 9, $10^1/_2$, $10^1/_2$, 11, $10^1/_2$, $11^1/_2$, $12^1/_2$ | $11^1/_2$, 13, 11, 12, $5^1/_2$, die weiteren Internodien waren zusammen etwa 3 cm. Die nach dem Strich angeführten waren noch von lebendigen Blattscheiden umgeben; die vier ersten dieser umhüllten Internodien waren augenscheinlich ganz ausgewachsen, die weiteren noch nicht. In dem Internodium von $5^1/_2$ cm waren alle Rindenbündel noch mit undifferenziertem Sklerenchym versehen, nur fanden sich bei einzelnen der grössten Bündel je ein oder einige differenzierte Fasern. Im vorigen Internodium, von 12 cm Länge, waren alle Rindenbündel schon ganz differenziert, mit Ausnahme der äussersten Sklerenchymbündel, welche noch prokambial waren, und der Grenzbündel, deren Sklerenchym nur noch teilweise ausgebildet war. Hier war nämlich in den Sklerenchymbelagen immer die dem Phloem angrenzende Partie gut ausgebildet und weiter davon ausgehend ein grösserer oder kleinerer nach aussen gelagerter Teil. Der Aussenrand des Belags sowie die beiden Seitenränder jedoch waren immer noch undifferenziert. Alle diese früh ausgebildeten Fasern haben natürlich die ursprüngliche Spindelform, in der sie gebildet worden sind, beibehalten und sind auf dem Querschnitt also etwa rund oder sechseckig. Weiter nach unten bilden sich die sonstigen Sklerenchymfasern aus, mit Ausnahme der Randteile der Grenzstränge; diese bleiben sehr lange dünnwandig und müssen dazu dienen, diese Grenzstränge seitlich auszudehnen, wenn das Dickenwachstum solches erheischt. Nur in Querschnitt 1 waren diese Fasern alle ausgebildet (Tafel V, 2), in 2 und 3 teilweise; augenscheinlich erfolgt die Ausbildung allmählich, je nach den Bedürfnissen.

Wir können hier aber, soweit meine Erfahrung reicht, an der Regel festhalten, dass eine Sklerenchymzelle oder Faser, deren Wand einmal verdickt ist, weder in die Länge noch in die Breite wachsen kann; ein solches Wachstum findet nur statt, wenn die Wand noch ganz dünn ist.

Dieses geht zuerst daraus hervor, dass in 1 und 2 die Länge

der Sklerenchymfasern etwa gleich war, und ebenso in 3 und 4. Hier waren sie aber bedeutend länger als in 1 und 2; auch hier macht sich also die Periodizität geltend und ist eine Vergleichung ungleichwertiger Stammesteile also irreführend. Die Länge der Fasern wurde natürlich im Mazerationspräparat bestimmt; ein Stück eines bestimmten Fibrovasalstranges wurde herauspräpariert und in Glyzerin im Reagensrohr aufgekocht; weil das Glyzerin ebensogut wie die üblichen Mazerationsmittel wirkte, zog ich diese bequemere Methode vor. Die gekochten Stückchen konnten in gewöhnlicher Weise mit Nadeln auseinander gedrückt werden. Das Messen vieler Fasern wäre natürlich sehr zeitraubend gewesen, deshalb suchte ich aus einem Präparat die längsten Fasern aus und bestimmte nur deren Länge. Das Heraussuchen der längsten wurde dadurch wesentlich erleichtert, dass bei den gewählten Vergrösserungen die meisten Fasern kleiner waren als der Durchmesser des Gesichtsfeldes, nur einzelne waren länger; diese konnten also leicht herausgesucht werden. Bei der grossen Zahl der Fasern in jedem Präparat ist das Mass der beiden längsten natürlich ein ziemlich guter Anhaltspunkt für die Beurteilung der relativen Länge aller Fasern.

Querschnitt	Länge der zwei längsten beobachteten Fasern eines Grenzstranges	Zahl der Verdickungslamellen der Wände der Kernfasern
1	2800, 2700 μ	3—4, bisweilen 2
2	3100, 2450	2—4
3	4600, 4400	1—2
4	4700, 4000	0—1

Wenn auch die Länge der Fasern nicht zunimmt, so konnte doch deren Durchmesser wachsen. Die Wände verdicken sich nämlich deutlich; und die Zahl der sekundären Verdickungslamellen der Wände nimmt stets zu. Ich habe daher versucht, die Dicke der Fasern zu bestimmen, stiess dabei aber auf die Schwierigkeit, dass sich im Querschnitt nicht entscheiden lässt, ob man den dickeren Mittenteil der Fasern oder eine der dünneren Spitzen vor sich hat, während im Mazerationspräparat, wo diese Schwierigkeit nicht besteht, eine andere an die Stelle

tritt, dass nämlich die Rand- und die Kernfasern, welche ungleichartige Durchmesser haben, mit ihren Übergängen durcheinander gemischt sind. Wenn man aber von den Kernfasern eines Grenzstranges im Querschnitt denjenigen mit dem grössten Durchschnitt aufsucht, so ist das wieder ein gewisser Massstab für die Durchmesser aller Fasern; in Querschnitt 1, 2 und 3 war dieses stets etwa 40 μ, in 4 waren viele Fasern noch nicht ausgebildet und war es daher nur 30 μ.

Wir können also schliessen, dass ein Dickenwachstum der ausgebildeten Fasern nicht besteht, und dass nur Wandverdickung auf Kosten der Lumina stattfindet; in 1 und 2 sind die Lumina auch viel kleiner als in 3 und 4.

Wenn die Verdickung schon weit vorgeschritten ist, kann eine Querwand auftreten, die manchmal noch von einer zweiten und dritten gefolgt wird. Diese Querwände sind sehr dünn (etwa 1 μ), bisweilen aber kann eine neue, nach der Teilung auftretende Wandverdickung der Faserzellen auch diese Wand mit verdicken (Fig. 68).

Die Form der Fasern ist, wie gesagt, im allgemeinen ganz gerade spindelförmig. Diejenigen Fasern aber, welche vor der Differenzierung in die Breite ausgewachsen sind, erhalten mehr unregelmässige Formen, einigermassen wie bei den unten zu erwähnenden Aussensträngen des Zentralzylinders. Ausserdem sind die an das Parenchym anstossenden Fasern den rundlichen Parenchymzellen eng angeschmiegt, sodass diese Fasern dort viele Eindrücke und hervorragende Spitzen oder Ränder zeigen. In den Mazerationspräparaten ist der eine Rand einer solchen Faser einem gezähnten Blattrand ganz gleich; ich werde diese Fasern deshalb gezähnte Fasern nennen. Diese gezähnte Fasern sind meistens breiter und ein wenig kürzer oder erheblich kürzer als die glatten Fasern, eine Kammerung tritt jedoch auch hier bisweilen noch auf.

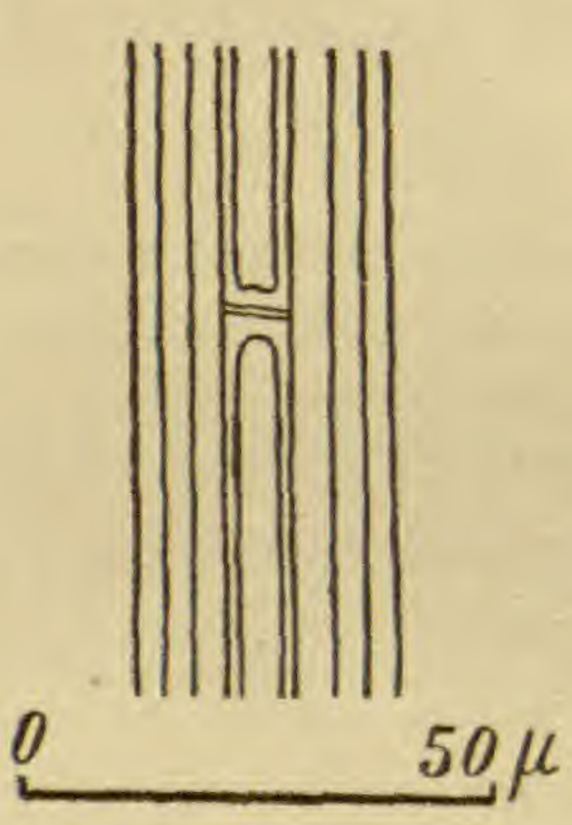


Fig. 68. *Actinophloeus.* Stammstück von Querschnitt 1. Grenzstrang von der Lichtseite. Mittlerer Teil einer gekammerten Faser, aus einem Mazerationspräparat.

Auch die anderen Rindenbündel weisen solche gezähnten Fasern auf; viele dieser Fasern werden aber an der Aussenseite nicht von gewöhnlichen Parenchymzellen, sondern von den sog. Stegmata [1]) begleitet. Nur bei den Grenzsträngen fehlen diese, bei allen anderen, auch bei den Sklerenchymsträngen ohne Gefässbündel, sind sie vorhanden. Diese Zellen liegen in perlschnurartigen Längsreihen und enthalten, wie auch sonst bei den Palmen, einen grossen Inhaltskörper, der viele kleine Höcker trägt und das Zelllumen fast ganz ausfüllt; die Zellwand ist mässig stark verdickt. Die einzelnen Zellen liegen immer etwa zur Hälfte in den Auszähnungen der Fasern eingeschlossen. Strasburger betrachtet diese Bildungen als an sich nutzlose Lagerstellen von überflüssigen Kieselsäuremengen [2]); mit dieser Auffassung steht hier die Tatsache im Einklang, dass die Ausbildung dieser Zellen gleichzeitig mit derjenigen der Sklerenchymfasern erfolgt; bei den noch undifferenzierten Sklerenchymsträngen finden wir unmittelbar vor ihrer Ausbildung ebenfalls noch undifferenzierte Stegmareihen, welche nur an der Rosenkranzform zu erkennen sind.

Unter den Fibrovasalsträngen der Rinde finden sich vereinzelt und selten solche, die sich durch ein ganz besonderes Gefässbündel unterscheiden. Während die sonstigen Rindenstränge nämlich nur ein kleines Gefässbündel führen ohne Protoxylem, finden wir bei den hier gemeinten seltenen Ausnahmen ein grosses Gefässbündel, das mehrere Gruppen von Ring- und Spiralgefässen führt. Auf Längsschnitten sind diese Stränge durch schrägen Verlauf gekennzeichnet, es sind die aus den Blättern in den Stamm neu eintretenden Bündel. Ausser dem Gefässbündel ist auch das Sklerenchym etwas abweichend, insofern ein kleiner innerer Belag innerhalb des Xylems

---

1) Strasburger (Die Leitungsbahnen, Jena 1891, S. 368) betrachtet die älteren Namen „Stegma" und „Deckelzelle" als überflüssig und nennt diese Gebilde daher einfach Kieselzellen. Weil diese Zellenart aber sehr genau charakterisiert ist und eine gleiche Sonderstellung einnimmt wie z.B. die Raphidenzellen, so halte ich es für besser, den alten Namen beizubehalten.

2) l. c. S. 368.

vorkommt, sonst sind die Fasern denjenigen der Rindenstränge gleich. Auch wenn ein solcher Strang in der Reihe der Grenzbündel liegt, hat er einen kleinen inneren Sklerenchymbelag; das äussere hat dann nur einen Kern, keine Randzone.

Der Zentralzylinder. Im Zentralzylinder ist, wie oben schon hervorgehoben worden ist, zwischen einem Aussenteil und einem Innenteil zu unterscheiden.

1. Der Aussenteil besteht grossenteils aus Fibrovasalsträngen; das Parenchym ist dort weniger stark entwickelt. Dieses Parenchym besteht in sehr jungen Querschnitten wie das Rindenparenchym aus polygonal-rundlichen Zellen mit sehr spärlichen Raphidenzellen. Das Dickenwachstum hat hier einen ganz ähnlichen Einfluss wie auf die Rinde; die einzelnen Zellen werden in die Länge gezogen und können dabei Teilungen erfahren. Die Wachstumsrichtung ist hier aber eine andere als diejenige der Rindenzellen; diese Richtung ist hier lokal von den Lageverhältnissen in Bezug auf die Fibrovasalstränge abhängig. Am leichtesten ist dieses zu erkennen in der Zeichnung von Querschnitt 1, wo die punktierten Linien andeuten, dass die Zellwände von den Gefässteilen der Fibrovasalstränge ausstrahlen und in den schmalen Parenchymstreifen zwischen den Sklerenchymsträngen diesen Streifen parallel laufen.

Diese Anordnung entsteht dadurch, dass von diesen Fibrovasalsträngen der Gefässteil kein oder sehr wenig sekundäres Dickenwachstum aufweist, der Sklerenchymstrang dagegen ein bedeutendes. Weil nun das Parenchym die Stränge zu einem einheitlichen Ganzen verbinden muss, so muss notwendigerweise die angegebene Wachstumsrichtung des Parenchyms eintreten [1]).

Das Wachstum führt hier erst später zu Zellteilungen als in der Rinde; in Querschnitt 3 und 4 waren noch keine Zell-

---

1) Die Vorstellung wird vielleicht dadurch erleichtert, dass man bedenkt, dass wir, wenn ein nicht wachsendes Gewebe (das Gefässbündel) sich in einem wachsenden Gewebe (Parenchym und Sklerenchym) eingebettet findet, ähnliches haben, als wenn in einem nicht wachsenden Gewebe ein bestimmter Teil schrumpft; alsdann wird auch eine ringsum ausstrahlende Streifung auftreten müssen, ganz wie hier. Für die nähere Begründung dieses Satzes vergleiche man übrigens das XII. Kapitel unten.

teilungen im Parenchym des Aussenteils, in 2 sogar nur noch wenige und nur an der Lichtseite des Stammes, wo das Wachstum vorausgeeilt war; nur in 1 war ausgiebige Teilung, oft in drei Zellen, selten in mehr; ungeteilte Zellen fanden sich jedoch stets noch zahlreich; man vergleiche Tafel V, Fig. 2.

Überall im Gewebe sind die ursprünglichen Parenchymzellen in den meisten Fällen ganz genau wieder zu erkennen, und weil man aus den jüngsten Querschnitten weiss, dass alle Parenchymzellen anfangs etwa die nämliche abgerundete oder polygonale Form haben, so kann man aus den Abweichungen dieser Form und aus der Orientierung der Zelle leicht erkennen, welchen Wachstumserscheinungen jede einzelne Zelle ausgesetzt gewesen sein muss.

Eine erste Anwendung dieser Erkennung ist folgende. Wenn man von einem Fibrovasalstrang den Umriss nachzeichnet und von den daran anstossenden Parenchymzellwänden die Stelle derjenigen angibt, die man als Grenzwände zwischen ursprünglichen Parenchymzellen betrachtet, so erhält man ein ganz eigentümliches Resultat (Fig. 69). Man erkennt hier nämlich sofort das ungleichmässige Wachstum des Fibrovasalstranges, stark in dem Sklerenchymteil, zumal an den beiden Seiten, im Gefässbündelteil jedenfalls sehr gering, wahrscheinlich fehlend. Die Zahl der ursprünglichen Parenchymzellen ist hier 35; wenn man diese in 7 Gruppen von je 5 verteilt, wie in der Figur durch ein * geschehen ist, so kann man annehmen, dass diese 7 Strecken früher gleich lang gewesen sind.

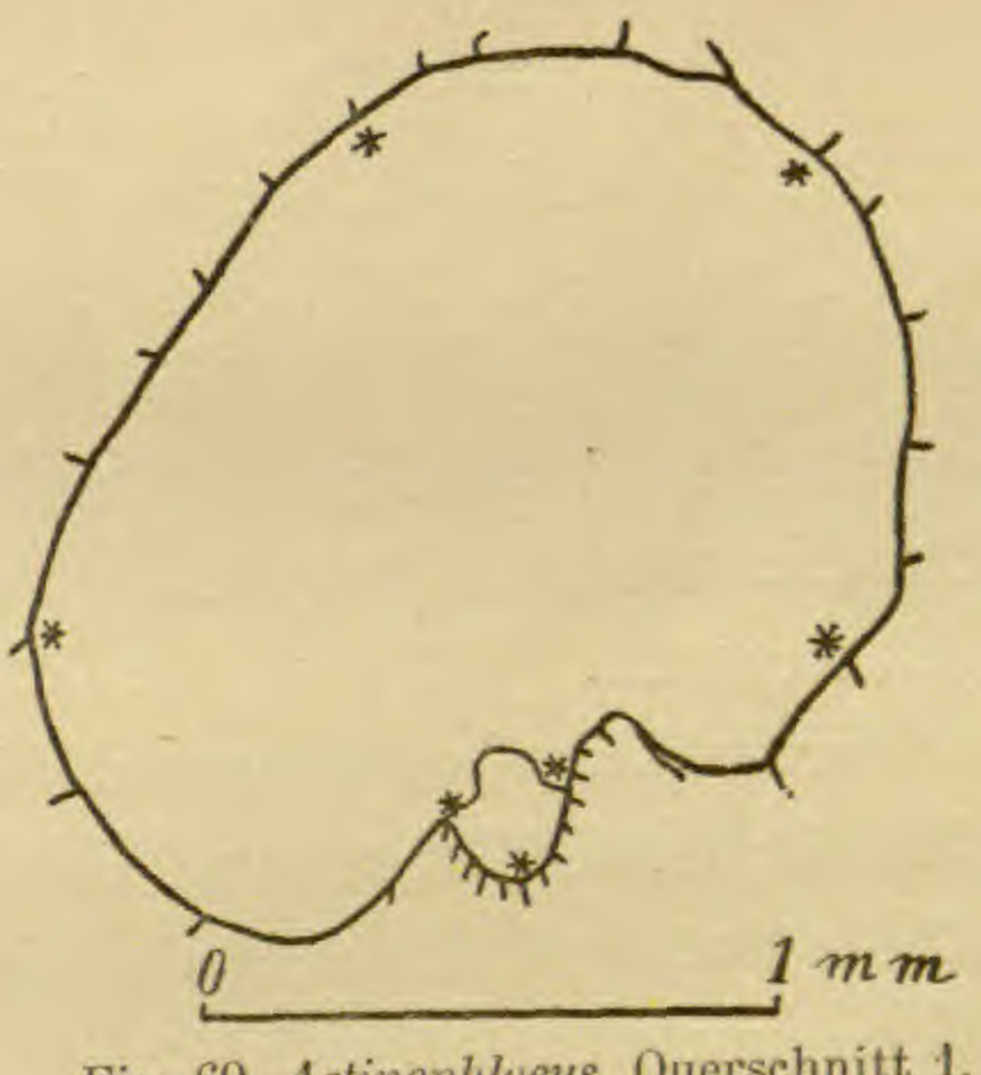


Fig. 69. *Actinophlœus.* Querschnitt 1. Lichtseite, Fibrovasalstrang der 5. Reihe aus dem Zentralzylinder. Umriss mit Angabe der Ansatzstellen der Wände der umringenden ursprünglichen Parenchymzellen.

Wenn man in anderen Querschnitten an analogen Stellen ebenfalls diese Zahl der ursprünglichen Parenchymzellen be-

stimmt, so erhält man ein zweites bemerkenswertes Resultat, dass nämlich diese Zahl in den Querschnitten 3 und 4 merklich höher ist als in 1 und 2, nämlich im Durchschnitt in 1 37 (n = 7), in 2 38 (n = 5), in 3 48 (n = 10), in 4 49 (n = 7). Wir sahen oben (S. 89), dass in grösserer Bodenhöhe der Aussenteil des Zentralzylinders kleiner und mit weniger Fibrovasalsträngen angelegt wurde, hier sehen wir, dass diese Fibrovasalstränge von einer grösseren Zahl von Parenchymzellen umgeben sind, was daraufhin deutet, dass sie in grösserem Massstab angelegt werden.

Die Grössenverhältnisse der ursprünglichen Parenchymzellen sind aus folgendem zu beurteilen.

Querschnitt	Grösse der ursprünglichen Parenchymzellen zwischen den äussersten Fibrovasalsträngen des Zentralzylinders			
	an der Lichtseite		an der Schattenseite	
	Länge	Breite	Länge	Breite
1	70—250 μ	30—60 μ	20—140 μ	15—40 μ
2	50—200	15—50	15— 60	15—30
3	25— 70	20—45	20— 70	10—40
4	25— 60	15—20	20— 50	10—15

Also deutlich ein starkes Wachstum der Zellen; der Unterschied zwischen Licht- und Schattenseite des Stammes ist auch hier gross, namentlich in 1 und 2. Dass hier Länge und Breite der Zellen gemessen sind und nicht radialer und tangentialer Durchmesser, ist bei den verschiedenen Wachstumsrichtungen selbstredend.

Verdickung der Zellwände kommt fast nicht vor; nur in den äusseren Teilen und in den am meisten ausgewachsenen Teilen können die Wände der Parenchymzellen eine mässige Verdickung erfahren (bis 8 μ), wobei auch eine einfache Tüpfelung auftritt.

Die Interzellularräume, welche im Innenteil so wesentlich zum Wachstum beitragen, sind im Aussenteil von sehr geringer Bedeutung. Nur in geringer Entfernung von dem Innenteil finden wir grössere Interzellularen, übrigens sind sie sehr

klein, nur wenige μ; für das Wachstum haben sie hier keine Bedeutung.

Rhaphidenzellen sind im Parenchym des Aussenteils spärlich vertreten.

Die Fibrovasalstränge nehmen, wie gesagt, den grössten Teil des Aussenteils ein, und das sekundäre Wachstum ist hier sehr stark. Das eigentliche Gefässbündel nimmt daran entweder gar keinen Teil oder doch nur einen ganz unbedeutenden. Dieses geringe Dickenwachstum kann, weil von einer Neubildung irgendwelcher Elemente nicht die Rede ist, nur durch nachträgliches Wachstum der vorhandenen Elemente erfolgen; hier ist es mit einer verspäteten Differenzierung verbunden, namentlich des Holzteiles. In den letzten gerade noch sich streckenden Internodien finden wir natürlich noch keine metaxylematischen Elemente; nur die Ring- und Spiralgefässe sind ausgebildet, die Netzgefässe mit ihren umringenden Tracheiden noch nicht. Eine Phlorogluzin-Salzsäure-Reaktion macht es in diesem Stadium sofort deutlich, dass das Protoxylem vielen Bündeln ganz abgeht. Die Bündel der Rinde, die Grenzstränge und etwa sechs Bündelreihen des Aussenteils haben nämlich kein Protoxylem, mit Ausnahme der auch hier vorkommenden Bündel mit schiefem Längsverlauf, welche gerade ein sehr grosses Protoxylem besitzen. Die inneren Bündel des Aussenteils, sowie alle Bündel des Innenteils führen ein grösseres oder kleineres Protoxylem, mit nur sehr wenigen Ausnahmen. Das Metaxylem wird nun der Hauptsache nach sofort nach Beendigung des Längenwachstums ausgebildet; in dem höchsten gerade ausgewachsenen Internodium ist schon das meiste differenziert, wenn auch die Zellwände ihre definitive Dicke noch nicht erreicht haben. Nur die Grenzstränge und einige Reihen der äussersten Fibrovasalstränge des Aussenteils haben noch undifferenziertes Xylem. Dieses kann nun unter Umständen lange persistieren und bei der schliesslich erfolgenden Differentiation ein geringes Dickenwachstum veranlassen. In Querschnitt 1 waren alle Xylemelemente ausgebildet; in 2 dagegen war an der Schattenseite noch ein kleiner Rest an undifferenzierten Xylembündeln übrig,

nämlich bei noch einem oder zwei Reihen der äussersten Stränge des Aussenteils. In 3 waren dagegen wieder alle Xylemelemente differenziert, in 4 war an der Lichtseite etwa bei einer Reihe, an der Schattenseite bei etwa drei Reihen Fibrovasalsträngen undifferenziertes Xylem vorhanden. Diese Verteilung stimmt insoweit zu dem oben Gefundenen, dass die Verspätung des Wachstums an der Schattenseite in 1 und 2 viel grösser war als in 3 und 4; auf 95 cm Höhe also viel geringer als auf 15 cm.

Dass dieses Wachstum des Xylems nicht sehr intensiv sein kann, geht aus folgenden Zahlen hervor:

Durchmesser des einzigen bezw. des grössten Netzgefässes der äussersten Zentralzylinderstränge	Im Durchschnitt	Einzelmassen und deren Frequenz bei den Bestimmungen
Querschnitt 1 (Schattenseite)	55 μ	40 (2) 45 (1) 50 (4) 60 (2) 70 (2) 80 (1)
» 2 »	48 μ	30 (3) 35 (1) 45 (1) 50 (5) 55 (1) 60 (3) 70 (1)
» 3 (Lichtseite)	109 μ	90 (1) 100 (1) 110 (2) 115 (1) 120 (1)
» 4 »	77 μ	60 (1) 70 (2) 80 (3) 100 (1)

Diese Gefässe werden also in 95 cm Bodenhöhe bedeutend grösser angelegt als unten; die Vergleichung von 3 und 4 ergibt ein deutliches Wachstum um etwa 25 %, die Vergleichung von 1 und 2 ein sehr schwaches Wachstum; die Differenz von 7 μ im Durchschnitt wäre eigentlich zu gering, um noch den Schluss eines Wachstums zu erlauben, wenn nicht aus anderen Gründen ein solches Wachstum hier sehr wahrscheinlich wäre. Dass nämlich in Querschnitt 2, bei 96 cm Entfernung von der Spitze noch Fibrovasalstränge mit undifferenziertem Xylem vorkommen, und noch wohl an derjenigen Seite, wo das Wachstum am geringsten ist, kann nur verstanden werden, wenn man annimmt, dass der blosse lokale Raummangel die Differenzierung der Xylemelemente hintangehalten hat. Wenn aber diese Differenzierung keine Verdickung mit sich brachte, so wäre dieses wieder nicht verständlich. Jedenfalls folgt aber aus der Vergleichung von 3 und 4 zur Genüge, dass auch durch die verspätete Differenzierung der Xylemgefässe ein Dickenwachstum

stattfindet. Das Holzparenchym wird ohne Zweifel in gleicher Weise dazubeitragen, weil auch dieses spät, zugleich mit den Gefässen ausgebildet wird. Ja sogar die Phloemgefässe verhalten sich ähnlich; bei den Fibrovasalsträngen mit undifferenziertem Xylem war das Phloem öfters, nicht immer, noch dünnwandiger als sonst; die Siebröhren hatten dunkler gefärbte Wände und weniger Inhalt, und auf Längsschnitten fehlten die charakteristischen Inhaltsmassen, welche sonst bei allen Fibrovasalsträngen leicht nachzuweisen waren. Wir werden also wohl nicht fehlgehen, wenn wir in solchen Fällen das ganze Gefässbündel als noch funktionsunfähig betrachten, was insofern merkwürdig ist, als in Querschnitt 2 diese Bündel 96 cm unter der Spitze lagen, und sich darüber 4 nackte und 4 von Blättern umkleidete, aber doch schon ausgewachsene Stammesinternodien befanden. Dennoch ist von einer Neubildung hier nicht die Rede und sind diese Bündel ohne Zweifel zugleich mit den anderen im Vegetationskegel ausgebildet.

Wenn wir nun diesem Wachstum des Gefässbündels dasjenige des Sklerenchymbelags gegenüberstellen, so kommt ersteres fast gar nicht und letzteres fast ausschliesslich in Betracht. Bei allen Bündeln des Aussenteils ist das Sklerenchym im ausgewachsenen Zustand in zwei Teile zu unterscheiden (Tafel V, Fig. 2); einen Kern von stark verdickten rundlichen oder vieleckigen Fasern, welche in der Mittellinie des Fibrovasalstrangs dem Phloem anliegt, und eine Randzone in die Breite ausgewachsener, weniger stark verdickter Fasern, die ringsum an das Parenchymgewebe anstossen. Kern und Randzone gehen allmählich in einander über, eine Grenze ist schwer anzugeben. In der Randzone ist die Richtung des grössten Durchmessers der einzelnen Fasern immer von dem Kern ausstrahlend etwa senkrecht auf das angrenzende Parenchym zielend. Diese Richtung ist nach dem oben (S. 100) gesagten von der Streckungsrichtung des Parenchyms ganz begreiflich; von dem Gefässbündel und dem Faserkern, welche zusammen einen nicht wachsenden Komplex bilden, muss das umringende Gewebe ausstrahlen.

Der Unterschied zwischen diesen Bündeln und den Grenzsträngen der Rinde ist nun hierin begründet, dass der Kern bei letzteren das ganze oder fast das ganze Sklerenchym einnimmt, die Randzone nur gering ist und zwar an den beiden Seiten, nicht an der Aussenseite entwickelt ist und mitunter ganz fehlt; bei den Strängen des Aussenteils ist der Kern im allgemeinen der kleinere Teil des Sklerenchymbelags. Absolut scharf ist der Unterschied allerdings nicht; Übergänge kommen bisweilen vor. Die längs schief verlaufenden Stränge mit grossem Protoxylem erhalten im Zentralzylinder ebenfalls einen Kernteil und eine Randzone in ihrem äusseren Sklerenchymbelag, welche nur in Faserzahl von denjenigen der angrenzenden Stränge unterschieden sind; der innere Sklerenchymbelag wird bald kleiner und schwindet schliesslich.

Die Fasern der Randzonen sind, wie bei den Grenzsträngen, lange Zeit undifferenziert, und man kann sagen, dass es gerade die nach und nach erfolgende Ausbildung dieser Fasern ist, welche das Dickenwachstum des Stammes in erster Linie verursacht. Die Kernfasern dagegen werden, wie bei den Grenzbündeln, sehr früh ausgebildet, schon im ersten ausgewachsenen Internodium sind diese grossenteils ausgebildet. Auf Tafel VI Fig. 1 sehen wir solche Stränge; wir erkennen dort ein sehr kleinzelliges Gewebe, die dünnwandigen Sklerenchymfasern, an der nach aussen gekehrten Seite des Stranges, darauf folgen einige scheinbar leere dünnwandige grosse Zellen, diese sind ebenfalls Sklerenchymfasern, welche aber in der Ausbildung begriffen sind, hieran grenzen schliesslich die schon ausgebildeten Fasern, die nach dem Phloem zu an Grösse abnehmen. Weil der „Verbrauch" an undifferenzierten Fasern sehr langsam vorsichgeht, und die Differenzierung der einzelnen Fasern jedenfalls nicht ausserordentlich langsam geschieht, so findet man zwischen völlig ausgebildeten und völlig undifferenzierten Fasern nie mehr als ein oder zwei Reihen halbdifferenzierte Fasern. In diesen halbdifferenzierten Fasern ist die definitive Form gewöhnlich schon angenommen, und die Wände, obschon noch dünn, sind dennoch schon starr im Gegensatz zu den schlaffen

biegsamen Wänden der undifferenzierten Fasern. Der Unterschied lässt sich namentlich daran leicht beobachten, dass in vielen Schnitten die halbdifferenzierten Fasern ganz unverletzt sind, dass sie aber von den angrenzenden undifferenzierten Fasern losgerissen sind, wobei letztere erhebliche Formveränderungen erlitten haben können.

Genau wie bei den Grenzsträngen sind die undifferenzierten Fasern spindelförmig und sehr regelmässig gebildet; die Kernfasern haben nach der Ausbildung noch die nämliche Form beibehalten, die Fasern der Randzone dagegen sind sehr unregelmässig geworden, an ihren Enden sind sie bisweilen gegabelt oder unregelmässig ästig (Fig. 70), im ganzen sind sie buckelig und ungleich entwickelt; diese Formveränderungen sind ohne Zweifel durch die lokalen Wachstums- und Raumverhältnisse bedingt.

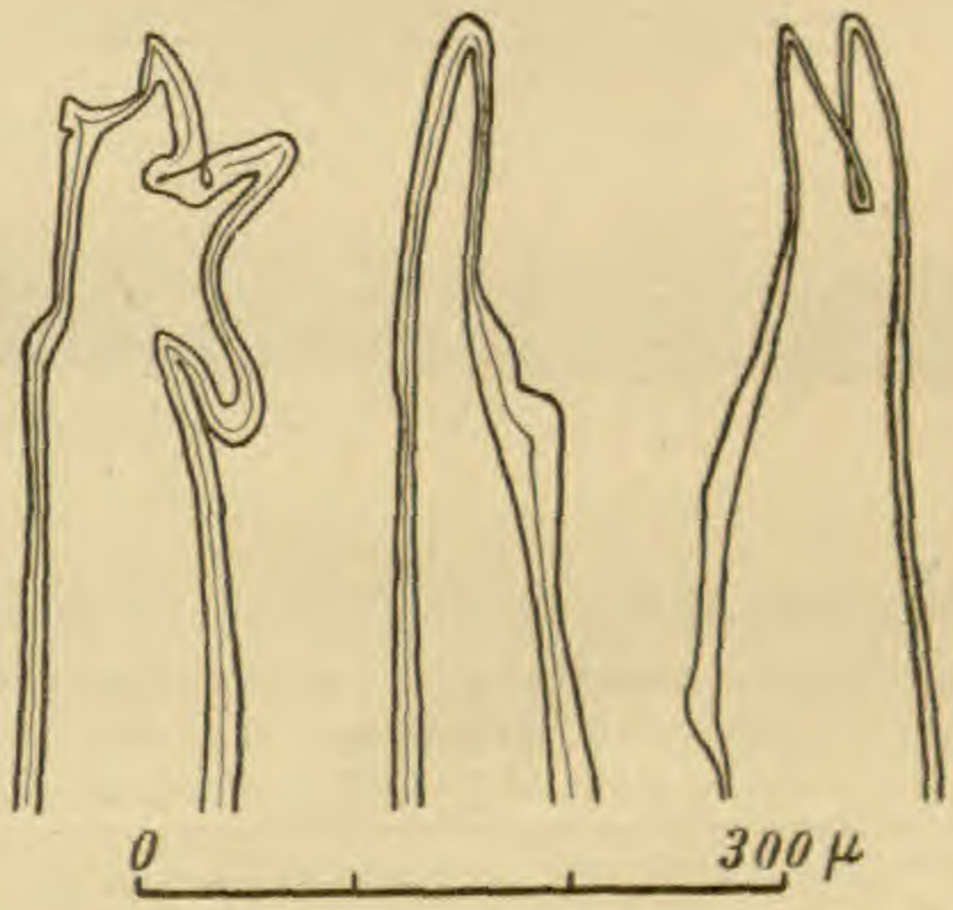


Fig. 70. *Actinophloeus.* Stammstuck von Querschnitt 1. Enden von Fasern aus der Randzone eines Fibrovasalstranges der 4. Reihe im Zentralzylinder, Lichtseite, mazeriert.

Das ungleich schnelle Wachstum an der Licht- und der Schattenseite des Stammes bringt ebenfalls einen ungleich schnellen Verbrauch der undifferenzierten Fasern mit sich. Daher sind an der Lichtseite die Fibrovasalstränge bedeutend grösser, was in den Figuren von Tafel IV auch stark hervortritt. Es konnte natürlich auch sein, dass die Fibrovasalstränge an der Schattenseite dürftiger angelegt wurden; vielleicht kommt das hier auch ein wenig mit in Betracht; der Grössenunterschied wird aber hauptsächlich durch ungleiche Wachstumsintensität erklärt. Wir können nämlich die Zahl der ursprünglichen Parenchymzellen im Umkreis der Fibrovasalstränge an den beiden Seiten des Stammes betrachten. Wenn wir dieses ausführen, so kommen wir zu dem sehr befriedigenden Ergebnis, dass in 15 cm Höhe gar

kein Unterschied in der Beanlagung der Bündel besteht, und in 95 cm Höhe vielleicht ein geringer, zugunsten der Lichtseite. Die ermittelten Zahlen sind folgende:

Querschnitt	Zahl der ursprünglichen Parenchymzellen im Umkreis einiger Fibrovasalstränge der 4. Reihe des Zentralzylinders				Unterschied zugunsten der Lichtseite
	Lichtseite	Im Durchschnitt	Schattenseite	Im Durchschnitt	
1	35, 36, 37	36	36, 40, 35, 38	37	—1
2	38, 40	39	36, 37, 40	38	1
3	55, 51, 54, 48, 46	51	36, 39, 44, 49, 54	45	6
4	50, 54, 52	52	48, 46, 47, 44	46	6

Obwohl die Einzelzahlen stark schwanken und die Übereinstimmung der mittleren Zahlen also zum Teil zufällig ist, sind doch die Zahlen wohl hinreichend, um den gezogenen Schluss zu begründen; es sind nicht mehr Bündel bestimmt worden, weil die Präparate dazu zu dürftig waren.

Um den Fortgang der Differenzierung des Sklerenchyms in den verschiedenen Stadien zu beleuchten, sind folgende Zahlen wohl geeignet.

Querschnitt	Zahl der Sklerenchymfasern in der medianen Linie einiger Fibrovasalstränge der äussersten Reihe des Zentralzylinders an der									
	Lichtseite					Schattenseite				
	differenziert		undifferenziert	Total	Zahl der Beobachtungen	differenziert		undifferenziert	Total	Zahl der Beobachtungen
	Kern	Randzone				Kern	Randzone			
1	9	9	—	18	2	7	3	6	16	3
2	7	4	9	20	3	3	—	14	17	9
3	9	7	18	34	3	10	3	19	32	3
4	3	—	28	31	4	1	—	26	27	4

Die Differenzierung ist an der Lichtseite, wie gesagt, weit vorausgeeilt und ist nur in Querschnitt 1 an der Lichtseite ganz beendet. Auf Tafel VI Fig. 1 ist ein Teil von Querschnitt 2 aus der dritten bis vierten Reihe von Fibrovasalsträngen abgebildet worden. Die Zahl der Fasern ist hier etwas grösser als in der ersten Reihe; von dem Habitus der verschiedenen Faserformen gibt die Photographie ein gutes Bild.

Die Zahl der Sklerenchymfasern ist in 3 und 4 wieder bedeutend grösser als in 1 und 2, wie nach dem vorigen auch zu erwarten war; übrigens ist die Bestimmung dieser Zahlen zu ungenau, um als Massstab für die Beanlagung der Bündel dienen zu können; dass an der Schattenseite die mittleren Zahlen alle 2—4 Einheiten niedriger sind als an der Lichtseite, kann also sehr gut unwesentlich sein. Es ist nämlich schwierig, in dem ungeordneten Gemisch von grösseren und kleineren Faserquerschnitten die in der medianen Linie liegenden abzuzählen; nach einander ausgeführte Zählungen des nämlichen Bündels in dem nämlichen Präparat können sehr verschieden ausfallen; die Zahl der ursprünglichen Parenchymzellen an der Peripherie eines Bündels, welche sich ziemlich scharf ermitteln lässt, ist zur Vergleichung der Bündel also viel geeigneter.

Die Fasern der Randzone sind also an sich nicht soviel zahlreicher als diejenigen des Kernes; weil sie aber einen bedeutend grösseren Querdurchmesser erhalten, so ist die Randzone dennoch viel grösser als der Kern. Die Formunterschiede zwischen jungen und ausgewachsenen Fibrovasalsträngen, welche in den Figuren von Tafel IV sehr gut zu beobachten sind, können wir nach dem Gesagten leicht erklären; es ist gerade das Wachstum in der Randzone in den vom Kern nach aussen und nach den beiden Seiten ausstrahlenden Richtungen, welche den älteren Strängen ihre charakteristischen Formen gibt.

Aber nicht nur durch Differenzierung einer grösseren Zahl von Fasern werden die mehr vorgeschrittenen Bündel dicker, sondern ebenfalls durch das Wachstum der undifferenzierten Fasern. Diese sind nämlich nicht immer gleich dick, sondern können in ihrer Gesamtheit allmählich beträchtlich anwachsen, ehe sie der Ausbildung anheimfallen.

Ich habe zur Feststellung dessen von einigen Fibrovasalsträngen aus der vierten Reihe des Zentralzylinders an zwei Stellen die grössten Fasern des Querschnitts gemessen, und zwar in der Mittellinie des Fibrovasalstrangs die ganz nach der Aussenseite gelagerten Fasern und diejenigen, welche auf

der Mittellinie etwa die Mitte hielten; wenn z.B. in der Mittellinie etwa 25 Fasern waren, diejenigen um die 13. herum.

Querschnitt	Durchmesser in μ der grössten beobachteten Fasern in der Mittellinie des Sklerenchymbelags von Fibrovasalsträngen aus der vierten Reihe an der							
	Lichtseite				Schattenseite			
	mittlere Fasern		äussere Fasern		mittlere Fasern		äussere Fasern	
	rad.	tang.	rad.	tang.	rad.	tang.	rad.	tang.
1	**100**	**40**	**150**	**75**	**80**	**35**	35	35
2	**110**	**50**	50	50	6	10	10	10
3	35	35	30	30	15	20	15	20
4	10	20	10	20	10	15	10	10

In der Tabelle sind die Masse der schon differenzierten Fasern fett gedruckt. Die zartwandigen undifferenzierten Fasern sind somit von sehr verschiedenen Dicken; öfters sind sie nicht rundlich sondern in die Quere gestreckt oder vielleicht radial etwas zusammengepresst. Die starken Schwankungen der Zahlen sind nicht zufällig; die verschiedenen Querschnittsformen der Fasern sind alle der nämlichen Ursache zuzuschreiben, der ungleichmässigen Verteilung des Dickenwachstums über den Querschnitt des Stammes. Die geringeren Durchmesser an der Schattenseite von Querschnitt 2 sind der grossen Wachstumshemmung an derjenigen Stelle, die wir oben schon anerkannten, zuzuschreiben; die dünnen Fasern sind auf Tafel VI Fig. 1 abgebildet worden.

Wahrscheinlich ist nicht nur das Wachstum an der Lichtseite mehr gefördert, weil die undifferenzierten Fasern schon mehr ausgewachsen sind und mehrere Fasern schon ihre Differenzierung erhalten haben, sondern sie werden auch dicker ausgebildet; das Wachstum, das zur Ausbildung leitet, ist also auch wohl stärker. In obiger Tabelle sind die mittleren Fasern aus 1 von der Lichtseite dicker als diejenigen von der Schattenseite, obschon beide bereits ausgebildet sind und ein weiteres Wachstum ausgeschlossen ist. Die für die sechs grössten Faserquerschnitte erhaltenen Zahlen waren hier an der Lichtseite 100, 90, 90, 90, 90, 90 μ, an der Schattenseite 80, 80, 70, 70, 60, 50; sie zeigen also einen deutlichen Unterschied.

Wenn die Fasern einmal ausgebildet sind, so fährt deren Wand noch lange fort, sich durch sekundäre Verdickungslamellen zu verstärken, wobei das Lumen natürlich abnimmt. In nachstehender Tabelle ist die Zahl der Verdickungslamellen angegeben, welche hier geringer ist als bei den Grenzbündeln.

Querschnitt	Zahl der Verdickungslamellen in den Fasern der vierten Reihe des Zentralzylinders			
	Lichtseite		Schattenseite	
	Kernfasern	Randfasern	Kernfasern	Randfasern
1	2—3	1	—	—
2	2	0	1	0
3	1, selten 2	0	1	0
4	1	0	1	0

Querwände in den Fasern habe ich nur in 1 und 2 in den Kernfasern beobachtet, aber sehr spärlich.

Die Längen der einzelnen Fasern sind, wie bei den Grenzsträngen, auf 95 cm Höhe grösser als an der Stammbasis:

Querschnitt	Länge der zwei längsten beobachteten Fasern eines Stranges der vierten Reihe
1	3100 , 3000 μ
2	2800 , 2500
3	3950 , 3800
4	3700 , 3000

Die Fibrovasalstränge des Aussenteils des Zentralzylinders sind unter sich nicht alle gleich; je nach der Entfernung von der Peripherie treten noch wieder Unterschiede ein. Ich habe schon erwähnt, dass die äusseren Reihen kein Protoxylem führen, die inneren dagegen wohl. Wenn wir im Zentralzylinder von aussen nach innen vorschreiten, so tritt anfangs in den Fibrovasalsträngen fast keine Änderung ein. In der 4. Reihe z.B. sind die Zahlen der Kernfasern und Randfasern noch fast ganz wie in der äussersten Reihe. Weiter nach innen nimmt der Kern ein wenig zu, erst wenn wir uns der Grenze nähern, treten grössere Änderungen ein, indem die Randzone abnimmt, sich

von den beiden Seiten des Sklerenchymbelags zurückzieht und nur an der Aussenseite übrig bleibt, und schliesslich in den ersten Strängen des Innenteils plötzlich verschwunden ist. Übergänge, wo nur noch einzelne Fasern lange undifferenziert bleiben und auswachsen, sind selten, meistens ist die Randzone noch mehrere Faserschichten dick, oder sie fehlt ganz. Ein Fibrovasalstrang, der einen solchen Übergang bildet, ist auf Tafel VI Fig. 2 zu finden, der betreffende Strang liegt zwischen zwei anderen mit deutlich entwickelter Randzone. Die Zahl der Kernfasern bleibt dabei etwa gleich, es ist also nicht so, dass die sonst in der Randzone vorhandenen Fasern hier dem Kern einverleibt sind.

Gerade dieses Vorhandensein oder Fehlen einer Randzone von auswachsenden Fasern gibt die Grenze zwischen Aussen- und Innenteil an. Diese Grenze ist eine ziemlich unregelmässig verlaufende Linie; aber sie ist ganz unveränderlich. Diejenigen Bündel, die ein grosses Protoxylem führen, sind eher als ihre Nachbarn ohne Randzone; die mit kleinem Protoxylem behalten die Randzone länger bei, dieses ist zum Teil Ursache der Unregelmässigkeit der Grenze. In Fig. 2 von Tafel VI ist bei dem mittleren Strang an der Innenseite des grossen Xylemgefässes eine Reihe von Protoxylemgefässen zu erkennen; die beiden anderen Strängen hatten nur ganz unbedeutende protoxylematische Teile, die in der Photographie nicht hervortreten.

Eigentümlich ist noch die Verteilung der schon aus der Rinde erwähnten Stegmata. Diese kommen bei den äussersten Fibrovasalsträngen des Zentralzylinders vielleicht gar nicht vor, etwa in der dritten Reihe finden wir sie aber schon ausnahmsweise und zwar je eine oder zwei Längsreihen an denjenigen Stellen, wo der Kern der Fasermasse an das Parenchym anstösst. Bei den mehr nach innen liegenden Strängen, wo die Ausdehnung des Kerns zunimmt, geht auch eine grössere Entwickelung der Stegmareihen damit zusammen; zwischen Randzone und Parenchym finden wir jedoch die Stegmata niemals; sie bilden sich dort auch nicht nach dem Anfang der Differen-

zierung der Fasern der Randzone aus; alle diese Stegmata erhalten ihre Differenzierung schon sehr früh, in dem ersten nicht mehr wachsenden Internodium.

2. Der Innenteil des Zentralzylinders besteht hauptsächlich aus Parenchymgewebe. Dieses Parenchym ist anfangs aus rundlichen, etwa gleich grossen Zellen aufgebaut; die Interzellularräume treten sehr wenig in den Vordergrund. Sie sind zwar vorhanden und bisweilen sogar so gross wie der Durchmesser einer einzelnen Zelle, aber in diesen Fällen schmal. Weil nun hier die Fibrovasalstränge nicht an dem Dickenwachstum beteiligt sind, so muss hier das Parenchym stark wachsen; wenn dieses nicht stattfände, so würde der Stamm alsbald hohl werden müssen. Wir werden auch wohl nicht fehlgehen, wenn wir die Ansicht aussprechen, dass die Spannungen, welche infolge des tangentialen Wachstums des Aussenteils in dem Innenteil auftreten, den Reiz zum Wachstum des Parenchyms des Innenteils auslösen. Dieses letztere Wachstum findet nun hauptsächlich dadurch statt, dass während die Interzellularen mächtig ausgedehnt werden, die angrenzenden Zellen in den Richtungen der Peripherie der Interzellularen stark auswachsen. Fig. 1 von Tafel VII gibt einen Teil des zentralen Gewebes von Querschnitt 1 wieder; wir sehen dort, dass die einzelnen Parenchymzellen dabei Formen erhalten, welche sich denen eines Schwammparenchyms nähern; mehrere Zellen zeigen einen kurzen seitlichen Fortsatz, die meisten aber sind palisadenartig. Sie erreichen dabei eine Länge, welche bis gut das Zehnfache des ursprünglichen Durchmessers betragen kann; dabei sind sie bald ungeteilt, bald in zwei, selten in mehrere Zellen geteilt; sie bleiben immer dünnwandig.

Querschnitt	Grösse der ausgewachsenen ursprünglichen Parenchymzellen im Zentrum des Stammes		Maximale Grösse der Interzellularen
	Länge	Breite	
1	100—600 μ	50—100 μ	500 μ
2	50—300	50—100	200
3	25—125	25—100	100
4	20— 70	20— 50	50

Dieses Wachstum erfolgt nun gar nicht gleichmässig, sondern, auch an denjenigen Stellen, wo kein Fibrovasalstrang in der Nähe liegt, stellenweise; öfters sehen wir, wie in der Rinde, dass eine ganze Reihe von Zellen in der Richtung senkrecht auf die Reihe sich verbreitert. Immer bleiben grössere und kleinere Gruppen rundliche Zellen von 30—50 μ übrig. Diese werden augenscheinlich nach und nach mit in das Wachstum einbezogen, nachdem in Querschnitt 1 nur wenige und kleine Gruppen solcher Zellen zu finden waren. In der Nähe der Fibrovasalstränge sind die Verhältnisse etwas anders; weil die Stränge nicht wachsen, müssen in dem Gewebe ringsum die Zellen sich senkrecht auf den Strang strecken. Die dem Strang nächsten Parenchymzellen bleiben dabei gewöhnlich etwa unverändert, die zweite und zumal die dritte Schicht zeigt dagegen starkes Wachstum (vergleiche die Tafel); in dieser dritten Schicht finden wir auch wieder Interzellularen. Es hat sogar den Anschein, als ob in dieser dritten Schicht das Wachstum am ehesten anfängt; in Querschnitt 3 war es wenigstens in dieser Schicht viel stärker gefördert als in den freien Teilen zwischen den Fibrovasalsträngen.

Querschnitt	Grösse der ursprünglichen Parenchymzellen in der			
	ersten Schicht um die Fibrovasalstränge		dritten Schicht um die Fibrovasalstränge	
	Länge	Breite	Länge	Breite
1	20—50 μ	15—50 μ	70—350 μ	40—70 μ
2	20—50	15—50	50—300	40—70
3	20—60	15—40	70—280	40—90
4	20—50	10—30	20— 60	20—60

Hieraus wird uns verständlich, weshalb in den Figuren 1 und 2 von Tafel IV von den Fibrovasalsträngen des Innenteils längere punktierte Linien ausstrahlen, in 3 kürzere und in 4 gar keine; nur wo stark gestreckte Zellen vorhanden sind, ist eine Streifung bei auffallendem Lichte zu erkennen. Umgekehrt gibt nun die Verteilung dieser punktierten Linien in den

Figuren eine bessere Übersicht von den Wachstumsrichtungen als eine Beschreibung je würde geben können.

Neubildung von Interzellularen kommt bei diesem Wachstum des Parenchyms höchstwahrscheinlich nicht vor. Damit stimmt auch die Tatsache, dass das Gebiet, wo die grossen Interzellularen sich befinden, sich nach aussen nicht ausdehnt; in den Figuren von Querschnitt 1—3 ist die Lage der äussersten grossen Interzellularen durch einen * angedeutet; in 1 und 2 finden wir, dass diese Interzellularräume sogar in den Aussenteil eine Strecke vordringen, und zwar jedesmal einige Bündelreihen; eine grössere Verbreitung in 1 als in 2 ist nicht zu bemerken. Dass in 3 dagegen das Vorkommen der Interzellularen gerade auf den Innenteil beschränkt ist, muss natürlich wieder als eine Periodizitätserscheinung aufgefasst werden; in 4 waren die Interzellularen durch ihre geringe Grösse etwas schwieriger zu erkennen, dort würde sonst wahrscheinlich dasselbe Verhalten wie in 3 gefunden worden sein.

Zellteilungen sind nur in 1 und 2 vorhanden (Tafel VII Fig. 1); sowohl in der „dritten Schicht" als in den freien Teilen sind von den gestreckten Zellen etwa die Hälfte in zwei, selten in mehrere Tochterzellen geteilt.

Alle Zellwände des Parenchyms bleiben dünn, etwa 2 μ. Bemerkenswert sind noch die hier zahlreicher als anderswo vorkommenden Raphidenzellen; diese zeigen nämlich unverkennbar ein geringes Wachstum, das wohl ganz passiv erfolgen wird. Die Form bleibt dabei die gleiche, eine runde oder polygonale.

Querschnitt	Durchmesser von Raphidenzellen aus dem Parenchym des Innenteils	
	Einzelzahlen	Im Durchschnitt
1	100 90 90 90 100	94 μ
2	70 80 90 90 70 80	80
3	75 70 80 80 75 80 85	78
4	70 60 70 60 60 70 60	64
auf 155 cm durch das höchste Ex.	45 40 50 50 40	45

Dass die Raphidenzellen auf 95 cm Höhe (3 und 4) kleiner

sind als auf 15 cm Höhe, und grösser als die in 155 cm Höhe ist natürlich nicht beweiskräftig; dass aber in 2 der Durchmesser im Durchschnitt 14 μ grösser ist als in 1 und in 4 ebensoviel grösser als in 3, deutet unwiderlegbar auf ein Dickenwachstum hin.

Die Fibrovasalstränge des Innenteils (Tafel VII, Fig. 1) unterscheiden sich, wie schon erwähnt, von denjenigen des Aussenteils durch das Fehlen einer Randzone von Fasern mit verspäteter Ausbildung. Die Zahl der Kernfasern hat dabei jedoch nicht zugenommen, der Sklerenchymbelag ist hier also wirklich von vornherein kleiner als in dem Aussenteil. Die Länge dieser Fasern verhält sich wie bei den vorigen Strangarten.

Querschnitt	Zahl der Fasern in der Mittellinie von vier Fibrovasalsträngen der Stammmitte	Länge der zwei längsten beobachteten Fasern eines Stranges der Stammmitte
1	9, 9, 6, 7	2000 , 1850 μ
2	9, 11, 8, 10	2100 , 1800
3	7, 7, 9, 8	3900 , 3300
4	9, 8, 8, 9	2700 , 2700

In 3 und 4 sind die Fasern wieder bedeutend länger als in 1 und 2; bemerkenswert ist nur der grosse Unterschied zwischen 3 und 4.

Die Ausbildung dieser Fasern ist, wie gesagt, eine sehr frühe. Auch die spätere Wandverdickung ist unbedeutend oder fehlend. In 4 ist die Wand fast ebensodick wie in den andern drei Querschnitten; der einzige Unterschied besteht darin, dass in 1, 2 und 3 bei vielen Fasern innerhalb der starken sekundären Verdickungslamelle eine dünne zweite ausgebildet ist, welche in 4 noch fehlt. Auch kommen in 1, 2 und 3 vereinzelt gekammerte Fasern vor, in 4 habe ich solche nicht gefunden. Weil in 3 die Fasern denjenigen der älteren Querschnitte ganz ähnlich waren, erfolgt die Wandverdickung und die Teilung augenscheinlich auch schon früh.

Mit sehr wenigen Ausnahmen führen alle Stränge ein grösseres oder kleineres Protoxylem, das reichlich mit Xylempa-

renchym ausgestattet ist. Die Stegmata sind hier nicht nur an den beiden Seiten des Sklerenchyms, sondern an dessen ganzer Aussenseite entwickelt; sie sind hier also viel reichlicher vertreten als in dem Aussenteil.

V. Kapitel. Caryota sp.

Das Material stammte von den unter Nr. 29 auf S. 31 beschriebenen Exemplaren von der Tjiapoes, und zwar von dem 4. und 6. Exemplar. Wir haben hier also spontan gewachsenes Material von dem natürlichen Standort, nicht aus einem Garten. Den beiden Stämmen war das Internodium, das etwa auf 1 m über dem Boden war, entnommen; beide Internodien waren 21 cm hoch. Von jedem Exemplar wurde nun zuerst, wie vorher, aus der Mitte des Internodiums eine Zeichnung angefertigt (Tafel VIII), welche nicht einen kreuzförmigen Teil, sondern nur einen Streifen von dem einen Rand einer Querscheibe zum anderen wiedergibt. Die Vergrösserung auf der Tafel ist eine sechsmalige; die Streifen sind der Raumverhältnisse wegen wieder je in vier Teile geteilt. Bei allen Fibrovasalsträngen ist das Sklerenchym schwarz wiedergegeben; die kleinen punktierten Linien geben wieder die Streckungsrichtung der Parenchymzellen an, die grossen punktierten Linien grenzen in jeder Zeichnung rechts und links einen Sektor ab. Bei dem Wachstum im Urwald war eine ungleichmässige Entwickelung der verschiedenen Stammesradien nicht zu erwarten, wie die Beobachtung auch bestätigte; die beiden Streifen sind daher willkürlich gewählt worden. Die Zahl der Fibrovasalstränge kann natürlich wieder einen Massstab zur Beurteilung des Materials bieten; weil nun eine Grenze zwischen den Strängen der Rinde und denen des Zentralzylinders dabei erforderlich war, so habe ich in den Figuren eine solche Grenze, welche nach den Befunden der feineren anatomischen Untersuchung gezogen war, als Kreuzchen-Linien eingezeichnet. In der Rinde lassen sich die Stränge niemals genau abzählen, weil so viele kleine und sehr

kleine darunter sind, in dem Zentralzylinder waren die Zahlen für den älteren Stamm in den beiden Sektoren 27 bezw. 29, in dem jüngeren 42 bezw. 41. Für die Gesamtzahl aller Stränge des ganzen Zentralzylinders ergibt das, den Sektorwinkel dabei in Betracht ziehend, für „Alt" 2200, für Jung 2500, also hinreichend übereinstimmende Zahlen. Die Sektoren waren für Alt 9° 14′, für Jung 12° 6′. Neubildung von Strängen ist nach dem gefundenen auch hier wieder nicht anzunehmen.

Die Grösse und einigermassen die Verteilung des Wachstums ist aus den Figuren ebenfalls zu erkennen. Weil der Zentralzylinder auch ohne besondere Grenze deutlich in einen Aussen- und einen Innenteil zerfällt, so habe ich eine solche Grenze ziemlich willkürlich so gezogen, dass von den Fibrovasalsträngen des Sektors sieben Zehntel auf den Innenteil, drei Zehntel auf den Aussenteil kamen; diese Grenze ist auch in den Figuren angegeben worden.

Wenn man dann in derselben Weise wie bei *Actinophloeus* die Oberflächen der verschiedenen Teile bestimmt, so erhält man, umgerechnet auf die wahren Grössenverhältnisse:

Querschnitt	Oberfläche in Quadratzentimetern		
	des ganzen Zentralzylinders	des Aussenteils	des Innenteils
Alt	60,8	26,9	33,9
Jung	27,4	12,8	14,6

Das Wachstum des Innenteils gibt hiernach eine 2,3-malige Vergrösserung, das des Aussenteils eine 2,1-malige; das Wachstum ist also in beiden Teilen annähernd gleich.

Die **Epidermis** war nur in den Schnitten des jüngsten Stammes zu beobachten, an dem älteren Stamm fehlte sie ganz; der Einfluss des Dickenwachstums auf diese Zellen war also nicht zu ermitteln. Wie bei *Actinophloeus* war nur die gebogene Aussenwand verdickt. Die grossen Sternhaare bedeckten auch hier den ganzen jugendlichen Stamm mit einem dicken dichten Filz.

Die **Rinde** hat ursprünglich eine Breite von etwa 30 Parenchymzelllagen und ist, obwohl nicht scharf getrennt, dennoch wesentlich von dem Zentralzylinder verschieden. Alles Sklerenchym ist hier nämlich ganz ausgebildet, wahrscheinlich wohl sofort nach dem Aufhören des Längenwachstums; im Zentralzylinder dagegen haben alle äusseren Stränge wieder Sklerenchym, das teilweise sehr lange undifferenziert bleibt.

Das Parenchym ist ursprünglich in allen seinen Teilen gleichartig, mit rundlichen Zellen von etwa 25—40 μ, nur findet sich in etwa 5 Zellen Abstand von der Epidermis eine einzige Reihe von grossen Raphidenzellen; in einem Präparat z.B. deren fünf auf $2^1/_2$ mm. Das Dickenwachstum veranlasst aber alsbald eine tangentiale Ausdehnung der Zellen; diese beschränkt sich aber auf die innere Hälfte der Rinde, während in der äusseren Längsrisse auftreten. Auch in der inneren Rindenhälfte ist die Dehnung nicht allgemein, sondern sie tritt nur in einzelnen Zellreihen auf, welche im allgemeinen radial verlaufen, manchmal aber bogenförmig um die Fibrovasalstränge herum gehen; die gestreckten Zellen waren bei dem jüngsten Stamm bis 160 μ in tangentialer Richtung lang. Im älteren Stamm war das Wachstum der Zellen allgemeiner geworden und waren die einzelnen Zellen ebenfalls länger, bis 220 μ; mehrere Zellen waren dabei durch eine radiale Wand geteilt. Hier war aber von der ganzen Rinde der äussere Teil für die Peridermbildung verbraucht worden.

Diese Peridermbildung fängt damit an, dass etwa 2—4 Zelllagen ihre Wände verdicken; an denjenigen Stellen, wo die Rinde Längsrisse zeigt, verdicken sich mehrere Schichten, so dass das Periderm unterhalb der Wunde sich wieder schliesst. Schon an dem jüngeren Stamm finden sich, zumal an diesen letztgenannten Stellen, spärlich auch anderswo, viele Anfänge eines Etagenkambiums, das nach aussen wieder solche verdickten Zellen ausbildet. Diese Peridermbildung breitet sich nun stark aus; in dem älteren Stamm waren in dem Periderm wenigstens 6 ursprüngliche Rindenzelllagen zu erkennen. Ganz an dem Aussenrande waren noch einzelne Raphidenzellen in dem

Periderm zu beobachten, und überall Sklerenchymstränge und vereinzelt auch schon Fibrovasalstränge. Das Rindenparenchym, soweit es noch übrig ist, bleibt ganz dünnwandig.

Die Rinde führt zahlreiche Sklerenchymstränge und auch Fibrovasalstränge; in den Figuren auf Tafel VIII sind diese grossenteils eingezeichnet; bei Jung an der unteren rechten Seite vollständig, weil sie dort aus einem Schnittpräparat ergänzt worden sind. Die Sklerenchymstränge zeigen im Querschnitt etwa 4—30 Fasern; grössere Stränge führen ein Gefässbündel, sie sind somit Fibrovasalstränge. Diese letzteren sind ebenfalls von verschiedener Grösse; die grössten unter ihnen liegen dem Zentralzylinder nahe an und führen einen grossen Gefässteil mit reichlichem Protoxylem; diese Bündel sind (auch in den Figuren) an ihrem breiten, etwa nierenförmigen Sklerenchym kenntlich. Die Sklerenchymfasern der Rinde sind alle einander sehr ähnlich, nur in den grössten Fibrovasalsträngen sind sie ein wenig dicker, und diese sind es auch nur, welche ihre Wand nachträglich durch eine zweite Verdickungslamelle verdicken; bei den kleineren und bei den Sklerenchymbündeln ändert sich das Sklerenchym gar nicht mit dem Dickenwachstum. Die meisten Fasern haben einen oder mehrere Querwände und sind somit gekammert.

Alle Rindenbündel werden im Umkreis ihrer Sklerenchymteile von Stegmareihen begleitet.

Der Zentralzylinder.

1. Der Aussenteil besteht der Hauptsache nach aus Fibrovasalsträngen, das Parenchym beansprucht viel weniger Raum. Dass die Parenchymzellen hier anfangs alle etwa gleich gross und rundlich waren, liegt nach dem bei *Actinophloeus* gefundenen auf der Hand; auch die Beobachtungen deuten stark darauf hin, obwohl die jüngsten Stadien hier fehlen. Im jüngeren Stamm war nämlich an mehreren Stellen schon Zellstreckung eingetreten. Zwischen den äussersten Strangreihen waren die Zellen nur noch wenig abweichend von der rundlichen Form, bis 80 μ bei einer Breite von 30 μ: mitten im Aussenteil waren mehrere Zellreihen um die Fibrovasalstränge

herum ausgedehnt bis 160 μ Länge, an der Grenze des Innenteils waren einzelne Zellen bis 400 μ lang, bei einer Breite von etwa 100 μ. Im älteren Stamm war das Wachstum noch etwas stärker und auch allgemeiner, insofern mehrere Zellen davon betroffen waren. Die Zellen zwischen den äussersten Fibrovasalsträngen des Zentralzylinders wachsen fast ausschliesslich in tangentialer Richtung (bis zu 200 μ) aus, (eine Folge davon, dass bei diesen Fibrovasalsträngen nur ein geringes Wachstum stattfindet); mitten im Aussenteil waren die grössten Zellen 400 μ, an der Grenze des Innenteils 500 μ. Die Streckungsrichtung des Parenchyms ist auf Tafel VIII zu erkennen; sie beweist sofort wieder, dass die Gefässbündel Stellen von geringem Wachstum sein müssen. Die Zellen bleiben immer dünnwandig. Das Parenchym führt zwischen den äusseren Strangreihen keine, weiter nach innen dagegen überall zerstreute Raphidenzellen; ein Wachstum dieser Zellen konnte ich nicht beobachten.

Die Fibrovasalstränge des Aussenteils tragen, wie die Figuren sofort zeigen, am meisten zum Wachstum bei und zwar ausschliesslich durch ihre Sklerenchymbeläge. Die äussersten Stränge haben einen grossen Kern von gleichartigen rundlichen Fasern; nur einige wenige Faserschichten an der Peripherie, bisweilen nur an den beiden Seiten des Sklerenchyms, bleiben lange jung und wachsen nachträglich. Nach innen zu vermehrt sich die Zahl dieser Randfasern rasch auf Kosten derjenigen der Kernfasern, wie untenstehende Tabelle zeigt.

Zahl der Fasern in der Mittellinie des Sklerenchymbelags bei einem willkürlich gewählten Fibrovasalstrang im Aussenteil des Zentralzylinders:

	jüngerer Stamm				älterer Stamm			
	Kernfasern	Randfasern	Undifferenzierte Fasern	Total	Kernfasern	Randfasern	Undifferenzierte Fasern	Total
in der 1. Reihe	13	—	2	15	19	—	—	19
» » 2. »	18	2	7	27	22	6	—	28
» » 5. »	11	6	6	23	8	16	—	24
» » 7. »	8	7	5	20	6	19	—	25
an der Grenze des Innenteils	5	5	3	13	4	13	—	17

Die Grenze zwischen Kern- und Randfasern ist eine vollkommen undeutliche, der Übergang ein ganz allmählicher; auch die Randfasern sind in einem und demselben Sklerenchymbelag an verschiedenen Stellen sehr stark verschieden; im allgemeinen sind die inneren dem Kern genäherten Randfasern dickwandiger und weniger stark gewachsen als die später ausgebildeten peripherischen Randfasern. Einige Zahlen mögen hier folgen.

Fibrovasalstrang aus	Kernfasern			Äusserste Randfasern		
	Durchmesser	Doppelte Wanddicke	Zahl der Verdickungslamellen	Durchmesser	Doppelte Wanddicke	Zahl der Verdickungslamellen
Alt 1. Reihe	— 40 μ	— 35 μ	?	— 40×80 μ	— 20 μ	— 3
Jung 1. »	— 40	— 12	1	— 35	1	—
Alt 3. »	— 50	— 35	— 5	— 40×100	— 25	— 2
Jung 3. »	— 40	— 16	— 2	— 25×40	1	—
Alt 5. »	— 40	— 35	— 3	— 50×100	— 10	1
Jung 5. »	— 40	— 15	— 2	— 30	1	—

Hieraus ist deutlich zu erkennen, dass die Kernfasern im Durchmesser gleich bleiben, ihre Wände sich aber durch Bildung neuer Verdickungslamellen verstärken; die Randfasern wachsen stark aus und bleiben nach der Differenzierung immer dünnwandiger, obschon auch hier einige Verdickungslamellen ausgebildet werden können. Im Mazerationspräparat zeigen die Kernfasern sich genau spindelförmig, die Randfasern erfahren bei dem Auswachsen kleinere Abweichungen davon, wie bei *Actinophloeus*, nur in viel geringerem Grade.

2. Der Innenteil. Das Parenchym des Innenteils ist in der Nähe der Grenze des Aussenteils dessen Parenchymgewebe sehr ähnlich, nur wird die Streckungsrichtung des Parenchyms an denjenigen Stellen, welche am weitesten von den Fibrovasalsträngen entfernt liegen, alsbald eine regellose. Weiter nach innen treten in dem Parenchym, vorzugsweise an den Stellen ohne allgemeine Streckungsrichtung, grosse Interzellularräume auf. Immer bleiben die einzelnen Parenchymzellen nach der Streckung palisadenartig. Die Lage der am meisten nach aussen

liegenden Interzellularen habe ich in den Zeichnungen durch einen * angegeben; daraus ist ersichtlich, dass sie sich im älteren Stamm etwas weiter nach aussen ausdehnen als im jüngeren. Dieses braucht nicht auf Neubildung von Interzellularen zu beruhen, indem überall im Aussenteil kleine dreieckige Interzellularen von einigen wenigen μ vorkommen, wahrscheinlich nun werden diese kleine Interzellularen unter Spaltung der Wände ausgedehnt. Damit stimmt auch, dass im Zentrum des Stammes die Zahl der grossen Interzellularen bei dem älteren Stamm viel grösser war als bei dem jüngeren; bei diesem waren aber zwischen den meisten Zellen ebensolche kleinen dreieckigen Interzellularen von etwa 5 μ wie im Aussenteil in grosser Menge vorhanden. Bei *Actinophloeus* brauchte eine nachträgliche Spaltung der Wände behufs Interzellularbildung nicht angenommen zu werden, weil dort schon in sehr jungen Stadien viele Interzellularen von etwa Zelllänge vorhanden waren; hier aber ist eine solche Spaltung sehr wahrscheinlich. Natürlich konnte auch bei dem Wachstum bloss diejenige Stelle der Wand, welche den kleinen Interzellularraum begrenzt, sich ausdehnen; ich glaube aber kaum, dass die Sache sich hier so verhält. Der Unterschied zwischen *Caryota* und *Actinophloeus* bestände also darin, dass die Spaltung der Wände bei *Caryota* in gewöhnlicher Weise und Grösse gebildet wird und sich viel später erheblich ausdehnt, während sie sich bei *Actinophloeus* sogleich besonders weit ausdehnt, um dann später sich nicht mehr zu ändern.

Die grössten Interzellularen waren im Zentrum des jüngeren Stammes 200 μ, bei dem älteren 700 μ; ihre Masse waren somit immer noch etwas geringer als diejenigen der einzelnen Zellen, welche an denselben Stellen 500 bezw. 900 μ waren. Zellteilungen kamen nicht vor; die Raphidenzellen verhielten sich wie im Aussenteil.

Die Fibrovasalstränge des Innenteils schliessen sich denjenigen des Aussenteils in jeder Hinsicht an. Die Zahl der Randfasern nimmt nach innen zu ab, zugleich wird der Unterschied zwischen Rand- und Kernfasern noch mehr vermischt, im Zen-

trum sind einige wenige Stränge mehr oder weniger deutlich ganz ohne Randfasern.

Zahl der Fasern in der Mittellinie des Sklerenchymbelags bei einem willkürlich gewählten Fibrovasalstrang im Innenteil des Zentralzylinders:

	jüngerer Stamm				älterer Stamm			
	Kern-fasern	Rand-fasern	Undiffe-renzierte Fasern	Total	Kern-fasern	Rand-fasern	Undiffe-renzierte Fasern	Total
unweit des Aussenteils	5	4	1	10	6	9	—	15
etwas mehr nach innen	5	6	—	11	4	5	—	9
im Zentrum	8	—	—	8	7	—	—	7

Von der Verdickung und dem Wachstum der Fasern geben folgende Zahlen einigermassen ein Bild:

Fibrovasal-strang aus	Kernfasern			Randfasern		
	Durch-messer	Doppelte Wand-dicke	Zahl der Ver-dickungs-lamellen	Durch-messer	Doppelte Wand-dicke	Zahl der Ver-dickungs-lamellen
Alt, zwischen Aussenteil und Zentrum	— 35 μ	— 10 μ	2	— 30 × 70 μ	— 8 μ	1
Jung, zwischen Aussenteil und Zentrum	— 30	— 12	2	— 30 × 60	— 8	1
Alt, Zentrum	— 45 [1])	— 12	2	—	—	—
Jung, Zentrum	— 30	— 12	2	—	—	—

Die Verdickung der Zellwände geht hier also nicht so weit wie im Aussenteil und ist früher beendet, auch wachsen die Randfasern hier nicht so stark aus; eine Kammerung der Fasern habe ich nirgends beobachten können. Dagegen fand ich in dem Mazerationspräparat des Zentrums ganz vereinzelt einige

1) Diese Zahl ist dadurch etwas grösser, dass hier noch deutlich eine geringe Neigung zur Bildung von Randfasern vorhanden war; die dem Phloem anliegenden Fasern waren nur bis 30 μ.

Stegmazellen, welche denen der Rinde ganz ähnlich waren; im ganzen Zentralzylinder fehlen sonst diese Zellen.

Die Gefässbündel des Zentrums unterschieden sich von denen des Aussenteils wieder dadurch, dass sie alle mit protoxylematischen Elementen versehen sind; weiter nach aussen im Innenteil kommen einzelne Gefässbündel ohne Protoxylem vor; im Aussenteil zeigen nur die besonders grossen Gefässbündel der neu eintretenden Fibrovasalstränge ein Protoxylem.

VI. Kapitel. Livistona sp. Wonodjatti.

Von den gemessenen Exemplaren (siehe S. 47) wurden Nr. 6 und 16 gefällt und für die Untersuchung ein Stück auf 1 m Höhe von jedem konserviert. Weil der Durchmesser dieser Stämme beträchtlich grösser ist als bei den beiden oben beschriebenen Arten, so wurde keine Querscheibe, sondern nur ein mittlerer Streifen eines solchen in Alkohol unter das Mikroskop gestellt. Weil die Internodien kurz nnd dazu schiet entwickelt waren, war es auch nicht möglich, einen Stamm so durchzusägen, dass der ganze Querschnitt durch die Mitte eines Internodiums ging; bei einem mittleren Streifen einer Querscheibe war es natürlich viel leichter, einen Sägeschnitt gerade durch die Mitte der beiden Internodiumgrenzen zu führen.

Die Tafel IX enthält zwei Zeichnungen derselben Art, wie sie von den vorigen Palmen gegeben worden sind, nur enthalten beide der grossen Dimensionen wegen nur einen Streifen von dem Rand bis etwas über die Mitte. Jede Zeichnung enthält also nur einen einzigen Sektor, der in die Zeichnung auch eingezeichnet ist. Wenn man, wie es in den Zeichnungen geschehen ist, eine Grenze zwischen Rinde und Zentralzylinder, so genau wie möglich, unter Vergleichung mit den mikroskopischen Präparaten einträgt, so gibt es in dem älteren Stamm innerhalb des Sektors im Zentralzylinder 53, in dem jüngeren Stamm 72 Fibrovasalstränge; auf den ganzen Zentralzylinder umgerechnet gibt das 10000 bezw. 11000 (die Sektoren sind 1° 52′ bezw. 2° 22′). Wenn man eine Grenze innerhalb des Zen-

tralzylinders zwischen Aussen- und Innenteil haben will, so kann man z.B. die inneren 20 % der Gefässstränge des Sektors zum Innenteil, die äusseren 80 % zum Aussenteil rechnen. Wenn man dieses tut und aus den so erhaltenen Grenzen die Oberflächen berechnet, so findet man, umgerechnet auf die wahren Grössenverhältnisse:

Querschnitt	Oberfläche in Quadratzentimetern		
	des ganzen Zentralzylinders	des Aussenteils	des Innenteils
Alt	247	125	122
Jung	133	80	53

Hieraus ergibt sich für den Aussenteil eine 1,6-malige Oberflächenvergrösserung, für den Innenteil eine 2,3-malige; wie bei *Actinophloeus* ist das Wachstum des Innenteils also am stärksten. Die gewählten Grenzen sind in die Figuren auch eingetragen worden.

Die anatomische Untersuchung wurde wesentlich erschwert durch die grosse Härte des älteren Stammes; die „Sadeng"-palmen sind in Ost-Java gerade ihrer besonderen Härte wegen als Baumaterial für Häuser sehr geschätzt, da das Holz gegen die sonst alles zerstörende Wirkung der weissen Ameisen Widerstand leistet. Diesen Widerstand empfand das Messer aber ebenfalls, sodass manches Präparat sehr dürftig ausfiel, oder überhaupt nicht gelang.

Die **Epidermis** war nur an dem jüngeren Stamm zu beobachten; im Gegensatz zu den vorigen Arten war die Aussenwand derselben gerade, wahrscheinlich also nicht oder nicht mehr streckungsfähig.

Die **Rinde** war schon in dem jüngeren Stamm durch das Dickenwachstum insoweit geändert, dass die Zellen ein tangentiales Dickenwachstum erhalten hatten; dazu war schon Peridermbildung eingetreten. Etwa zwei oder drei äussere Rindenzelllagen verdicken ihre Wände dabei ein wenig, darauf folgt nach innen eine variabele Zahl Zellschichten, welche ihre Wände gleichmässig so stark verdicken, dass das Lumen sehr

klein wird und das Gewebe eine grosse Ähnlichkeit mit dickwandigem Fasersklerenchym erhält. Dieses Periderm zeigt an vielen Stellen Risse; in deren Nähe finden wir eine mehr nach innen vorgreifende zweite Peridermbildung, welche aber erst nach einigen Teilungen in den Rindenzellen durch tangentiale Wände zu stande kommt, sodass wir hier Etagenkork vor uns haben. Auch in dem Raum zwischen den beiden Peridermbildungen finden sich tangential gerichtete Teilungswände. Im älteren Stamm ist die Peridermbildung noch etwas weiter vorgeschritten und enthält viele kurze radiale Zellreihen, auch entwickelt sich etwa ein Kambium (Fig. 71); die ganze Bildung bleibt auch später sehr unregelmässig.

Das Rindenparenchym unterliegt hier, von der Peridermbildung abgesehen, einer zweifachen Änderung durch das nachträgliche Wachstum; wir haben hier nämlich neben dem gewöhnlichen tangentialen Wachstum ebenfalls lokal ein radiales Wachstum zu erwähnen. Letzteres fand sich nur bei dem älteren Stamm und gipfelt darin, dass eine oder zwei Zellschichten sich stark in radialer Richtung ausdehnen, so dass eine etwa 400 μ dicke tangentiale Schicht entsteht; die einzelnen Zellen sind meist in zwei oder drei Tochterzellen geteilt, doch fand ich auch ungeteilte bis 250 μ Länge. Die Wanddicke ist in diesen Zonen sehr ungleich; eine doppelte Wand kann 2, aber auch 8 μ dick sein. Das tangentiale Wachstum der Rinde ist wie sonst über das ganze Parenchym verteilt, daher sind die Zellen, mit Ausnahme derjenigen der ebengenannten Zonen, alle tangential gedehnt. Dennoch ist auch hier eine gewisse Lokalisation durchgeführt, indem, zumal in der inneren Rinde, einzelne radiale Zellreihen viel stärker als alle anderen tangen-

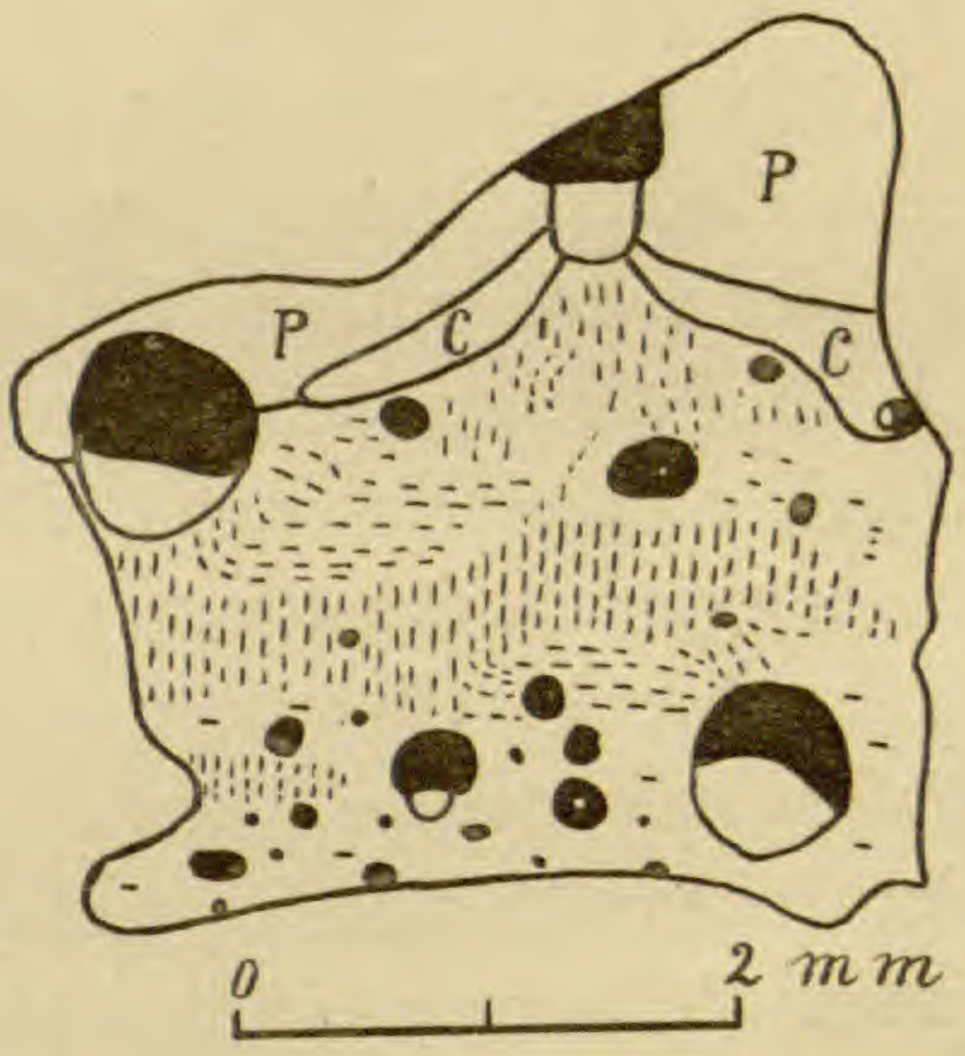


Fig. 71. *Livistona*. Älterer Stamm, Rinde. Die punktierten Linien geben die Zellstreckungsrichtungen an. P Periderm, C Kambium.

tial auswachsen; es macht gewissermassen den Eindruck, als ob in der Rinde ein radialer Riss entstanden wäre, der durch eine andere Materie als die Rinde selbst ausgefüllt worden wäre; denn die breiteren quergestreiften stranglosen Teile machen einen anderen Eindruck als die übrige Rinde. Fig. 71 gibt einen Teil der äusseren Rinde des älteren Stammes wieder, durch punktierte Linien ist darin die Streckungsrichtung der Zellen angedeutet. Die Zonen mit radialer Zellstreckung sind darin sehr auffallend, solche mit tangentialer Streckung waren in dem Präparat nicht vorhanden.

Einige Messungen ergaben folgendes:

Grösste beobachtete Dimensionen der ursprünglichen Zellen der inneren Rinde		radial	tangential
jüngerer Stamm	an normalen Stellen	40 μ	80 μ
	in den Zellreihen mit tangentialer Streckung	50	230
älterer Stamm	an normalen Stellen	40	130
	in den Zellreihen mit tangentialer Streckung	50	500
	in den Zonen mit radialer Streckung	400	40

Diese Zahlen bestätigen das Gesagte vollauf; man kann weiter noch daraus erkennen, dass die radial sich streckenden Zellen, welche in tangentialer Richtung geringere Durchmesser haben als die übrigen Zellen, wahrscheinlich vor ihrer Streckung durch radiale Wände geteilt worden sind. Zellteilungen sind im übrigen in der Rinde nicht zahlreich; ausserhalb der radial auswachsenden Zonen, wo die Zellen sich tangential teilen, finden wir radiale Wände in dem älteren Stamm überall in der inneren Rinde in geringer Zahl, in den stark ausgewachsenen Zellen vielleicht nicht mehr als in den übrigen. Wandverdickung ist fast allgemein, aber nicht besonders stark, am meisten noch in den Zellreihen mit tangentialer Streckung, wo die doppelten Wände bis 20 μ dick werden; viele Wände werden aber nicht dicker als 5 μ.

Ausser den Fibrovasalsträngen kommen in der Rinde auch

hier zahlreiche Sklerenchymstränge von wechselnder Grösse vor; in den Figuren von Tafel IX sind diese für den jüngeren Stamm alle eingetragen, bei dem älteren nicht. Die Sklerenchymfasern wachsen hier nicht in die Dicke, sondern verdicken nur ihre Wände nachträglich durch Bildung sekundärer Verdickungslamellen; der Durchmesser der grössten Fasern war in beiden Stämmen 15 μ in einem kleineren, 20 μ in den grösseren Strängen, die Lumina waren aber in dem älteren Stamm nur bis 5 μ, in dem jüngeren — 12 μ. Die Länge der Fasern geht in den Sklerenchymsträngen bloss bis 550 μ, in den Fibrovasalsträngen bis 1000 μ; von den letzteren zeigen mehrere eine Querwand. Wo die Fasern an das Parenchym anstossen, sind zahlreiche Stegmata vorhanden; wie bei den vorigen Palmen sind sie rundlich und schliessen sie in den Auszähnungen der gezahnten Fasern ein. Sie führen einen grossen buckeligen Kristall, der sich in Schwefelsäure nicht löst.

In den Fibrovasalsträngen liegt das Gefässbündel meistens in der gewöhnlichen, dem Zentrum zugewandten Lage; bei einzelnen Strängen ist es aber ringsum von den Sklerenchymfasern umgeben.

Der **Zentralzylinder.**

1. Der Aussenteil. Das Parenchym des Aussenteils besteht in dem jüngeren Stamm, wenn wir es in den Gewebestreifen zwischen den Fibrovasalsträngen betrachten, aus schmalen, ziemlich langen Zellen; an den Kreuzpunkten dieser Gewebestreifen sind sie dagegen mehr rundlich. Diese Formen sind augenscheinlich wieder durch ein schon in dem jüngeren Stamm erfolgtes Dickenwachstum aus den ursprünglichen Formen entstanden; wahrscheinlich waren auch hier alle Parenchymzellen einmal von ungefähr derselben Grösse und rundlicher Form. In dem älteren Stamm ist das Wachstum noch etwas weiter vorgeschritten; folgende Zahlen mögen das erläutern.

Grösse der Parenchymzellen in der Gegend der achten Reihe von Fibrovasalsträngen des Zentralzylinders

	in den schmäleren Gewebestreifen		in den breiteren Gewebestreifen		an den Kreuzpunkten
	Länge	Breite	Länge	Breite	
Älterer Stamm	60—120 μ	15—20 μ	60—200 μ	20—40 μ	30—100 μ
Jüngerer Stamm	60— 90	10–15	40—160	10—40	30— 70

Die für den älteren Stamm erhaltenen Maximal-Zahlen dürfen in Wirklichkeit etwas grösser gewesen sein, weil das Präparat schlecht und klein und die Wahl der zu messenden Zellen eine sehr geringe war.

Zellteilungen waren im älteren Stamm nicht zu beobachten und werden somit auch wohl nicht vorkommen, dagegen ist die Wandverdickung eine recht starke. In dem jüngeren Stamm sind alle Parenchymzellen des Aussenteils noch dünnwandig; im älteren Stamm dagegen ist eine doppelte Wand 15—25, weiter nach innen, wo die Zellen grösser werden, sogar bis 50 μ dick. Die Festigkeit des Holzes wird dadurch natürlich sehr erhöht; es ist wohl diesem Umstand zuzuschreiben, dass ein Sägeschnitt des älteren Stammes eine ziemlich glatte Oberfläche zeigt im Gegensatz zu anderen Palmen, wo der Sägeschnitt vielmehr faserig ist. Die Zeichnung des älteren Stammes ist hier auch direkt nach einer solchen Oberfläche hergestellt worden, indem bei der Härte des Stammes ein Beischneiden der Oberfläche ganz unmöglich war.

Die Bildung grösserer Interzellularen in dem Parenchym ist etwas vor der Grenze des Innenteils schon zu bemerken, sonst finden wir nur die gewöhnlichen ganz kleinen dreieckigen Räume.

Die Fibrovasalstränge des Aussenteils waren bei den vorigen Palmen von denjenigen der Rinde ziemlich scharf zu unterscheiden, sodass gerade hierdurch eine mehr oder weniger genaue Trennung von Rinde und Zentralzylinder gegeben war. Bei der vorliegenden Palme sind die äusseren Stelärbündel denjenigen der Rinde weit ähnlicher und ist der ganze Übergang von Rinde und Zentralzylinder dadurch noch weniger

scharf. Die beiden äusseren Bündelreihen des Zentralzylinders sind nur dadurch von den Rindensträngen verschieden, dass bei ihnen die Sklerenchymfasern dicker sind und dass die Fasern schon nicht mehr rundlich sind, sondern etwas abgeplattet, wobei auf dem Querschnitt ihre Durchmesser von dem Gefässbündel als Mittelpunkt ausstrahlen. Diese Orientierung kommt unter den Rindensträngen fast nicht vor; nur einzelne der grössten inneren Stränge zeigen Andeutungen davon; die Erscheinung muss wie sonst darauf beruhen, dass die Fasern später ausgebildet worden sind als das Gefässbündel.

Erst in der dritten Reihe von Fibrovasalsträngen, bisweilen schon in der zweiten, finden wir stärker ausgewachsene Fasern; zumal an den beiden Seiten des Sklerenchymbelags sind sie bisweilen sehr stark in tangentialer Richtung ausgewachsen. Letzteres findet namenlich dann statt, wenn einer der „Risse" der Rinde (vgl. oben S. 128) sich in dem Zentralzylinder eine kurze Strecke fortsetzt; das Füllmaterial wird dann von dem Parenchymstreifen zwischen zwei Strängen und von dem Sklerenchym zusammen geliefert. In dem jüngeren Stamm haben auch mehrere Stränge der dritten Reihe noch beiderseits einige Schichten von undifferenzierten, dünnwandigen Fasern. Die bereits ausgebildeten Fasern sind fast ganz gleichartig gebildet, nur diejenigen Fasern, welche an das Phloem grenzen, sind etwas dünner und auch ganz rundlich; hier ist also eine Art „Kern" vorhanden wie bei den vorigen Palmenarten, der aber von dem davon ausstrahlenden Randsklerenchym sich nicht viel unterscheidet. In der vierten Reihe sind alle Stränge rings um ihr Sklerenchym mit solchen undifferenzierten Fasern versehen, in der achten Reihe ist nur noch ein geringer Teil der Fasern ausgebildet, bei weitem die meisten Fasern sind noch dünnwandig. Von den Dickenverhältnissen der Fasern führe ich folgende Zahlen an:

Querschnitt	Sklerenchymfasern aus Fibrovasalsträngen der							
	ersten und zweiten Reihe des Zentralzylinders				achten Reihe des Zentralzylinders			
	mittlere Randfasern		äusserste Randfasern		mittlere Randfasern		äusserste Randfasern	
	Durchmesser	Lumen	Durchmesser	Lumen	Durchmesser	Lumen	Durchmesser	Lumen
	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
Älterer Stamm	— 50	— 5	— 110 × 40	— 40 × 10	— 60	— 5	— 100 × 50	— 12
Jüngerer Stamm	— 45	— 30	— 90 × 40	— 80 × 35	— 60	— 50	— 50	— 50

Die geringen Unterschiede der Durchmesser in den beiden äusseren Reihen bei dem älteren und dem jüngeren Stamm sind natürlich zufällig, indem diese schon differenzierten Fasern nicht mehr wachsen; wohl verdickt sich die Wand ausserordentlich stark, sodass die Lumina sehr klein werden. In der achten Reihe sehen wir bei den äussersten Randfasern ein deutliches Wachstum, dem ebenfalls eine sehr starke Wandverdickung folgt. Diese Wandverdickung muss offenbar sehr lange andauern und geht in vielen Schritten; die Zahl der sekundären Verdickungslamellen kann bis 10 betragen.

Wenn nun auch die Wandverdickung des Parenchyms das Holz dieser Palme gleichmässiger macht und so die Festigkeit erhöht, so sind es doch wohl diese stark verdickten Fasern, welche ihm seine grosse Härte und Güte verleihen; diese Fasern sind es auch, welche das Messer verderben und die Herstellung der Schnitte verhindern. Ich habe bisher bei diesen Untersuchungen die Farbe der verschiedenen Gewebe nicht erwähnt, weil man sich auf die Erhaltung der Farbe des Materials, das schon mehrere Jahre hindurch, zum Teil in Blech- oder Zinkkisten konserviert war, natürlich nicht sehr verlassen konnte; einzelne Stämme z.B. hatten sich an den Schnittflächen ganz schwarz gefärbt. Hier aber kann ich die dunkelbraune, bis ans Schwarze gehende Farbe dieser Sklerenchymfasern, welche zweifellos die natürliche Farbe ist, doch nicht unerwähnt lassen. Die äusseren Verdickungslamellen sind am tiefsten, die inneren

etwas heller gefärbt; die Farbe ist aber so stark, dass in dem Mazerationspräparat von vielen Fasern das Lumen nicht zu erkennen ist: die ganze Faser ist undurchsichtig. Ob bei diesen Fasern eine Kammerung vorkommt, habe ich daher nicht ermitteln können, es wird aber wohl so sein. Die Länge der Fasern ist hier bedeutend grösser als in der Rinde; bei einem Bündel der 4. Reihe etwa waren Fasern bis 2700 μ zu beobachten. Die in der Breite ausgewachsenen zeigen hier in der Art, wie bei den beiden vorigen Palmen, etwas weniger regelmässige Formen als die Kernfasern.

Stegmata kommen bei allen Fibrovasalsträngen des Aussenteils vor; merkwürdig ist dabei, dass, während bei *Actinophloeus* und *Caryota* diese Zellen nur zwischen dem Parenchym und dem am frühesten ausgebildeten Sklerenchym vorkommen, hier auch zwischen den undifferenzierten Sklerenchymfasern und dem Parenchym solche zu beobachten sind, auch mit wohl ausgebildeten Kristallen. Dadurch ist der Verbreitung dieser Zellen eine viel grössere Ausdehnung verliehen, indem in dem Aussenteil ja die meisten an das Parenchym anstossenden Fasern lange dünnwandig bleiben. Dieses Vorkommen stimmt also nicht so gut mit den Auffassungen Strasburgers überein (vgl. oben S. 99), weil sie hier in einer Gegend vorkommen, wo bei weitem das meiste Sklerenchym noch ausgebildet werden muss.

Von den Gefässbündeln der Fibrovasalstränge des Aussenteils ist hier nur eine Besonderheit zu erwähnen, welche allerdings merkwürdig genug ist und die ich unten bei *Oreodoxa* noch näher beschreiben werde, dass nämlich das Xylemparenchym sich auch an dem Dickenwachstum beteiligen kann. Dieses gilt nur von denjenigen besonderen Fibrovasalsträngen, welche gerade aus den Blättern in den Stamm eingetreten sind, für den oberen bogenförmig verlaufenden Teil der Stränge also. Dieser Teil der Stränge ist auf Querschnitten sofort an dem grossen Protoxylemteil kenntlich, der weit nach innenzu hervorragt. Das Parenchym dieses Protoxylems kann nun augenscheinlich den Zugwirkungen, welche das Dickenwachstum des

Stammes veranlasst, keinen Widerstand leisten, sodass es passiv ausgedehnt wird. Man findet dieses im Aussenteil bei allen diesen Strängen ausnahmslos; das Protoxylem besteht dann (schon in dem jüngeren Stamm) aus radial stark gestreckten Parenchymzellen von gewöhnlicher Breite, zwischen welchen die Protoxylemgefässe liegen, meist noch in tangentialen Bändern.

2. Der Innenteil. Das Parenchym zeigt, wie sich nach dem vorhergehenden erwarten liess, deutlich die Spuren davon, dass es schon in dem jüngeren Stamme ein starkes Dickenwachstum erlitten hat; im älteren Stamm sind die Verhältnisse dann nur noch etwas zugespitzt. Um die Fibrovasalstränge bildet das Parenchym eine dichte Hülle von 2 oder 3 Zelllagen ohne grosse Interzellularräume. Diese Zellen sind schon in dem jüngeren Stamm ganz ausgewachsen, wenigstens die innerste Schicht, deren grösste Zellen bei dem älteren Stamm 40 μ breit und 120 μ lang, bei dem jüngeren 40 μ breit und 110 μ lang sind. Alle diese Zellen strahlen von dem Strang ringsum aus und bekunden damit, dass sie, nachdem der Strang zu wachsen aufhörte, noch am Dickenwachstum beteiligt gewesen sind. Das nicht an die Fibrovasalstränge anstossende Parenchym besteht aus einem regellosen Gemisch von rundlichen und gestreckten Zellen ohne vorherrschende Streckungsrichtung. Letztere hängt hauptsächlich lokal von dem Vorhandensein der Interzellularräume ab. In dem jüngeren Stamm sind noch viele rundliche Zellen von 30 μ, die ausgewachsenen sind bis $170 \times 200\,\mu$, im älteren sind die kleinsten Zellen etwa $50 \times 70\,\mu$, die grössten 160×280 oder $200 \times 250\,\mu$.

Die Interzellularräume sind nicht besonders zahlreich und von sehr verschiedener Gestalt; sie erreichen in dem jüngeren Stamm 180 μ, in dem älteren 240 μ. Bei genauerer Vergleichung sieht man, dass die grossen Interzellularen in dem älteren Stamm in merkwürdiger Weise der Zahl nach abgenommen haben. Eine zahlenmässige Bestimmung habe ich davon nicht durchgeführt, weil die Präparate des älteren Stammes dazu zu klein waren; dass die Sache sich aber so verhält, wird zur Genüge aus der folgenden Beschreibung hervorgehen. Die Paren-

chymzellen des jüngeren Stammes sind alle gleichartig dünnwandig und, wie Längsschnitte und Mazerationspräparate beweisen, nicht hoch: etwa von 40—200 μ. Im älteren Stamme fand ich nun zahlreiche sklerotisierte faserähnliche Parenchymzellen bis 900 μ; auf Tafel X Fig. 2 ist ein Teil eines Mazerationspräparates abgebildet, in der zwei solcher Gebilde zu beobachten sind; die anderen Zellen sind alle bedeutend kleiner und sind, wie auch auf der Photographie noch deutlich zu erkennen ist, in einer Richtung senkrecht zu der Länge dieser faserähnlichen Zellen gestreckt. Das Präparat ist nämlich absichtlich nicht ganz in seine Zellen zerlegt, sondern es ist unter dem Deckglas durch leisen Druck in grössere und kleinere Gewebeteile auseinandergefallen. Die Form dieser faserähnlichen Zellen ist im höchsten Grade unregelmässig und mach oft den Eindruck, als ob die Zellen schlaff und zusammengedrückt seien, obwohl die dicken Wände einer solchen Annahme sofort widersprechen. Auch Komplexe von derartigen Zellen bis $1^1/_2$ mm waren zu finden, diese waren 1 oder mehrere Zellen breit, die einzelnen Zellen in die Höhe gestreckt oder nicht. Diese merkwürdigen Bildungen entstehen dadurch, dass die an die Interzellularräume angrenzenden Zellen in dieselben hineinwachsen und sie ganz, oder wenigstens eine Längsstrecke derselben ganz ausfüllen. Dabei können diese auswachsenden Zellen Teilungen erleiden oder auch ungeteilt bleiben. Jedenfalls schmiegen sie sich den Wänden der Luftgänge so enge an, dass auf dem Querschnitt die hineingewachsenen Zellen und die den Interzellularraum begrenzenden Zellen leicht als von vornherein zusammengehöriges Parenchymgewebe betrachtet werden können. Wenigstens in den schlechten Schnitten, die mir zur Verfügung standen, war es ohnehin nicht zu sehen, ob zwischen zwei Zellen eine auf normale Weise entstandene Wand lag oder eine durch den genannten Prozess entstandene Verbindung zweier verschiedener Wände. Auf Tafel X Fig. 1 ist ein solcher Querschnitt abgebildet; in der Mitte sehen wir einen kleinen Sklerenchymstrang, ausserdem sind zwei solche hineingewachsenen Zellen zu sehen, oben eine stark verdickte

grössere, unten eine weniger verdickte kleinere. Ohne nähere Kenntnis sind sie auf dem Querschnitt nicht als solche zu erkennen. Die hineingewachsene Zelle oder Zellgruppe füllt, wie gesagt, den ganzen Interzellularraum aus, nur in den Ecken, wo mehrere Zellen aneinander grenzen, bleibt von dem ursprünglichen Raum meistens ein ganz kleiner Teil frei, der von einem kleinen normalen Interzellulargang nicht zu unterscheiden ist; ich werde diese Räume Interzellularräume zweiter Ordnung nennen. Nur durch zwei Umstände war es möglich, auch auf dem Querschnitt die wahren Sachverhältnisse zu erkennen, nämlich durch die Verteilung der Tüpfel und durch die Zellstreckungsrichtung.

In dem jüngeren Stamm, wo alle Parenchymzellen noch dünnwandig sind, sind noch keine Tüpfel zu beobachten. In den dickwandigen Zellen aber sind solche stets zu finden, und zwar selbstverständlich an denjenigen Stellen, wo die Wände zweier Zellen einander berühren, nicht in den Interzellularräumen; jeder Tüpfel ist dann zweiseitig. Die „Thyllen", wie man die in Rede stehenden Bildungen wohl mit Recht nennen kann [1]), haben nun andere Tüpfel. Erstens sind die Tüpfel grösstenteils einseitig, namentlich dort, wo die Zellen der Thyllen die anderen Zellen berühren; wenn in der Thylle dagegen Zellteilungen vorliegen, so zeigt die ebenfalls sich verdickende Scheidewand wieder zweiseitige Tüpfel. Weil aber der ursprüngliche Interzellulargang keine getüpfelten Wände hat, so sind die sonstigen Tüpfel notwendigerweise einseitig. Zweitens aber sind die einseitigen Tüpfel öfters gerade an denjenigen Wandteilen vorhanden, welche an die Interzellularräume zweiter Ordnung angrenzen; ein Verhalten, das zwar verständlich, aber darum nicht weniger merkwürdig ist, und das in vielen Fällen die Thyllen von den gewöhnlichen Zellen leicht

1) Man kann diese Gebilde natürlich ebenfalls mit inneren Haaren vergleichen; ihre Entstehung hat mit den bekannten Haaren *Nymphaeas* grosse Ähnlichkeit. Ihre Bedeutung als raumausfüllende Elemente bringt sie den Thyllen aber näher, während zumal der Umstand, dass *Oreodoxa* in den Xylemgefässen ganz ähnliche Bildungen entwickelt (Siehe unten), welche man doch jedenfalls als Thyllen bezeichnen wird, für mich in Bezug auf die Nomenklatur entscheidend gewesen ist.

unterscheiden lässt. Auf der Photographie sind diese Tüpfel nicht zu sehen, eine solche Aufnahme, welche derartige Tüpfel wiedergab, gelang mir nicht; bei der noch zu besprechenden *Oreodoxa* sp. habe ich aber ganz ähnliche Tüpfel beschrieben und auf Tafel XIII auch abgebildet.

Dennoch sind auch hier bei *Livistona* auf Tafel X Fig. 1 die Thyllen sehr gut als solche zu erkennen an der Streckungsrichtung der umliegenden Parenchymzellen. Diese Zellen, welche die alte Wandung des Interzellulargangs bilden, sind immer in einer Richtung, welche der Periphere des Ganges parallel läuft, gestreckt. Dieses ist natürlich darauf zurückzuführen, dass zur Zeit, als der Interzellulargang gebildet wurde, die angrenzenden Zellen in der genannten Richtung ausgewachsen sind, wie wir das im allgemeinen bei grösseren Luftgängen zu finden gewohnt sind; nachdem aber die Thylle den Luftgang ausgefüllt hat, bleibt diese Anordnung natürlich bestehen und verrät noch die Stelle des ehemaligen Interzellularraumes. Auf unserer Photographie ist deutlich zu sehen, wie die Parenchymzellen von dem Sklerenchymstrang ringsumher ausstrahlen, wie sie dagegen oben und unten um zwei verdickten Zellen herum abgeflacht sind; diese zwei verdickten Zellen sind eben zwei Thyllen.

Die Bedeutung der Erscheinung wird wohl in der durch die erreichte geringe Frequenz der grösseren Interzellularräume bedingte grössere Festigkeit des Gewebes liegen; die Widerstandsfähigkeit des Holzes gegen die Kiefer der weissen Ameisen wird wahrscheinlich durch die Bildung dieser dickwandigen Thyllen bedeutend erhöht werden. Die Zellen der Thyllen sind nämlich immer dickwandig; eine einzelne Wand wird 10– 40 μ dick; die Querschnittsgrösse der Zellen geht bis 200 μ. Die normalen Parenchymzellen verdicken ihre Wände weit weniger; eine einzelne Wand ist 3—10 μ dick. Die eigentümliche Form der isolierten Thyllen erklärt sich leicht aus der Bildungsweise; wenn die Zellen auswachsen, sind sie natürlich noch sehr dünnwandig und plastisch, sie bilden gewissermassen einen Ausguss des Interzellularraumes, und erhalten so öfters etwas abenteuerliche Gestalten.

Die Fibrovasalstränge des Innenteils unterscheiden sich von denjenigen des Aussenteils noch weniger, als dies sonst der Fall ist. Denn erstens sind die Sklerenchymfasern des Innenteils nicht alle schon in dem jüngeren Stamm ganz ausgebildet, wie bei *Actinophloeus*, sondern wir finden einen früh ausgebildeten Kern und eine, wenn auch nicht mehr stark auswachsende, dennoch sich später differenzierende grössere Randzone. Zweitens ist die Zahl der Fasern in jedem Sklerenchymbelag eine nicht viel geringere als im Aussenteil; bei den vorigen Arten war die Faserzahl im Zentrum erheblich reduziert. Die Zahl der Fasern in der Mittellinie eines Sklerenchymbelags war in der achten Reihe im Aussenteil 29, an der Grenze zwischen Aussen- und Innenteil 20, im Zentrum 16; jede Zahl ist an dem jüngeren Stamm als Durchschnitt aus drei Beobachtungen gewonnen. Von diesen Fasern kamen auf den Kernteil 8 bezw. 4 und 4. Die Länge der Fasern ist noch wieder bedeutend grösser als im Aussenteil; ich beobachtete Fasern bis zu 4500 μ.

Die Fibrovasalstränge des Innenteils unterscheiden sich aber von denjenigen des Aussenteils durch die viel grössere Zahl der Stegmata, welche hier oft reihenweise auf dem Querschnitt nebeneinander im Umkreis des Sklerenchyms liegen. Nach innen zu werden diese anfangs kleinen Reihen immer grösser und zahlreicher, sodass bei den zentralen Fibrovasalsträngen diese Stegmata eine nur an einigen Stellen unterbrochene Hülle um das Sklerenchym bilden. In der Nähe des Zentrums sehen wir dann, dass einzelne Sklerenchymfasern, welche an diese Stegmareihen angrenzen, schon differenziert sind, sodass sich hier eine ganz feste Hülle zu bilden im Begriff ist. Wenn diese Hülle sich schliessen wird, so ist natürlich dem Wachstum des ganzen Sklerenchyms ein Ziel gesetzt. Damit steht die Tatsache durchaus im Einklang, dass die Fasern der mittleren Randzone im jüngeren Stamm fast schon ebensogross waren (bis 60 μ) als in dem älteren (bis 70 μ); ein starkes Wachstum war hier nicht mehr zu erwarten. Die Wandverdickung ist dagegen wieder ganz besonders stark; sie steht derjenigen

im Aussenteil gar nicht nach. Neben den gewöhnlichen Unterschieden der zentralen Bündel und der mehr peripherischen, als grössere Gefässbündel mit fast immer protoxylematischen Elementen, ist hier noch eine andere Besonderheit an den zentralen Bündeln zu bemerken, dass sie nämlich einen zweiten Sklerenchymbelag an der Aussenseite des Protoxylems führen. Diese kleine Sklerenchympartie von etwa 4 Fasern Dicke ist bereits in dem jüngeren Stamm differenziert, aber noch fast dünnwandig und ist dadurch in diesem Stadium auf dem Querschnitt nur wenig von dem Xylemparenchym verschieden; weil hier aber auch die Stegmazellen sich einstellen, so ist dennoch dieser Teil leicht kenntlich. In dem älteren Stamm sind diese Fasern ebenso wie die anderen dickwandig und dunkel gefärbt.

Das Xylemparenchym ändert sich nur wenig, es verdickt teilweise seine Wände ein wenig.

Zwischen den Fibrovasalsträngen des Innenteils kommen zerstreut auch einzelne Sklerenchymstränge vor (Tafel X Fig. 1). Diese sind immer klein, sie bestehen bisweilen nur aus drei Fasern; die grösseren z.B. aus 20—40; der ganze Strang erreicht nicht die Grösse einer grossen Parenchymzelle. Ganz ähnliche Bildungen mit einem äussert reduzierten Gefässbündel leiten zu den Fibrovasalsträngen über; diese kleineren Fibrovasalstränge sind in die Figuren nicht eingetragen worden.

In dem jüngeren Stamm sind die Sklerenchymstränge nur teilweise ausgebildet: die grösseren sind durchaus fertig, ihre Fasern ganz verdickt, die kleineren Stränge dagegen bestehen entweder noch teilweise oder ganz aus sehr dünnwandigen zarten Fasern. Weil die kleineren Stränge nur aus sehr wenigen Fasern bestehen, so kann bei der Betrachtung der jungen Querschnitte leicht der Gedanke aufkommen, dass hier die Fibrovasalstränge oder wenigstens die Sklerenchymstränge noch im Begriff sind zu entstehen; wenn wir aber im älteren Stamme auch ganz kleine durchaus fertige Sklerenchymstränge finden, so wird diese an sich schon nicht wahrscheinliche Mutmassung dadurch nicht bestätigt.

Der in Rede stehende jüngere Stamm war bis an die Blattstiele 1,30 m hoch, der Vegetationskegel lag auf etwa 2,20 m Höhe; eine Bildung von neuen Strängen im Inneren auf 1 m Höhe wäre also, wenn auch nicht unmöglich, dennoch nicht wahrscheinlich. Die Fasern dieser Stränge sind viel kleiner als die der grossen Fibrovasalstränge; ihre Länge geht bloss bis 1300 μ, ihre Breite bis 20 μ; die Wandverdickung ist stark.

VII. Kapitel. Oreodoxa sp.

Nachdem wir im ersten Teil gefunden hatten, dass von allen daraufhin untersuchten Palmen die Königspalmen am stärksten nachträglich in die Dicke wachsen, so war natürlich eine anatomische Untersuchung einer *Oreodoxa* sp. durchaus angebracht. Das Material dazu erhielt ich aus der Nähe von Paramaribo durch die freundliche Vermittelung der Herren Dr. J. J. van Hall und Dr. J. Kuyper. Dr. van Hall sammelte für mich im Mai 1905 ein altes Stammstück, das auf etwa 1 m Höhe gewachsen war und das etwa 54 cm Durchmesser hatte, und zwei ganze junge Stämmchen von etwa 38 bezw. 30 cm Länge und 14 bezw. 11½ cm grösstem Durchmesser. Weil es sich bei der Untersuchung herausstellte, dass die jungen Stammstücke, welche fast in Bodenhöhe gewachsen waren, mit denjenigen des älteren Stammes in mancher Hinsicht nicht vergleichbar waren, so hat auf meine diesbezügliche Bitte Dr. Kuyper, der inzwischen Dr. van Hall als Inspecteur van den Landbouw in West-Indien gefolgt war, im Mai 1911 von zwei anderen Exemplaren ein Stammstück auf 1 m Höhe gesammelt; das jüngere Exemplar hatte 1½ m freien Stamm, das ältere 6 à 7 m; die Stücke auf 1 m Höhe waren 14½ bezw. 44 cm dick. Die Bäume standen 2 m voneinander entfernt.

Beiden Herren spreche ich hier für ihr wohlvollendes Entgegenkommen gern meinen herzlichen Dank aus.

Die Anfertigung der Übersichtszeichnungen bot hier einige Schwierigkeiten mehr als bei den vorigen Palmen, da bei den jüngeren Stämmen der Farbenunterschied zwischen Fibrovasal-

strängen und Parenchym sehr gering ist, sodass erstere sehr wenig hervortreten; auch sind bei den älteren Stämmen die Fibrovasalstränge im Innenteil so weit auseinander gerückt, dass nur selten deren zwei zugleich im Gesichtsfeld des Mikroskops lagen. Weil nun aber in diesen Gegenden die grossen Interzellularräume sehr gut mit auffallendem Licht zu beobachten sind, so habe ich immer einzelne auffallende Interzellularräume in die Zeichnungen eingetragen, um dadurch nach Verschiebung von Stammstück und Papier letzteres wieder in die richtige Lage bringen zu können; diese Interzellularräume wurden bei der weiteren Ausarbeitung der Zeichnung dann wieder fortgelassen. Sonst wäre es natürlich nicht möglich gewesen, eine einwandfreie Zeichnung, an der später Messungen angestellt werden könnten, zu erhalten.

Von solchen Zeichnungen habe ich nun nach Querscheiben vier hergestellt, die ich der Kürze halber nach absteigenden Durchmessern als A, B, C und D bezeichnen werde. A ist das grosse Stammstück von Dr. VAN HALL, B das grosse Stammstück von Dr. KUYPER, C das kleine von Dr. KUYPER, D das dickste der beiden kleinen Exemplare von Dr. VAN HALL. A, B und C sind somit Scheiben, welche in 1 m Höhe gewachsen sind, für D ist ein Schnitt etwa 15 cm unterhalb des Vegetationspunktes des Stammes geführt werden, in etwa 17 cm Bodenhöhe. A, B und C sind untereinander also gut vergleichbar, B und C natürlich am besten; D dagegen kann andere Verhältnisse zeigen.

Auf Tafel XI sind die beiden Zeichnungen B und C reproduziert worden. Jede Zeichnung enthält selbstverständlich nur einen halben Querstreifen. Die Grenze von Rinde und Zentralzylinder wurde nach den Beobachtungen an den mikroskopischen Präparaten eingetragen, diejenige zwischen Aussen- und Innenteil des Zentralzylinders dagegen willkürlich und zwar so, dass die Hälfte der Fibrovasalstränge auf den Aussenteil, die Hälfte auf den Innenteil kam.

Von B finden sich in der Zeichnung 43 Fibrovasalstränge im Zentralzylinder, von C 112; weil die Sektoren $0° 51'$ bezw. $2° 42'$ sind, so ergibt das für die ganze Zahl der Fibrovasal-

stränge im Zentralzylinder 18000 bezw. 15000. Wenn also auch diese Zahl für den jüngeren Stamm ein wenig kleiner ist als für den älteren, so wird man doch wohl nicht zu der unwahrscheinlichen und unbegründeten Annahme einer nachträglichen Vermehrung von Fibrovasalsträngen greifen wollen; bei der geringen Zahl der abgezählten Stränge ist die Übereinstimmung geradezu auffallend gross. Dazu kommt, dass die an der Zeichnung A bestimmte Zahl der Fibrovasalstränge 13000 ist, also noch niedriger als für C. Von D konnte eine solche Zahl nicht bestimmt werden, weil an den kurzen Stämmchen die höheren Internodien sämtlich auf der Grenze von Rinde und Zentralzylinder noch eine grosse Zahl von ganz jungen Strängen in allen Entwickelungsstadien aufwiesen, und in einer bestimmten Zone augenscheinlich noch eine lebhafte Neubildung von Fibrovasalsträngen stattfand. Weil der Vegetationskegel noch so niedrig lag, so ist es nicht befremdend, dass der „Verdickungsring" hier noch nicht erloschen ist. Auch wenn die Bestimmung hier leicht ausführbar gewesen wäre, hätte eine solche dennoch wenig Wert gehabt, indem die ganz kurzen Internodien auf 15 oder 20 cm Bodenhöhe (2 bis $3^1/_2$ cm) in der Strangzahl den längeren Internodien auf 1 m (12 bis 16 cm) gar nicht gleich zu sein brauchen.

Aus den Zeichnungen von Tafel XI ist zu erkennen, dass das Wachstum von Aussenteil und Innenteil nur wenig verschieden sein kann, wie aus folgender Berechnung hervorgeht. Wenn wir die Entfernung der beiden in den Figuren gezeichneten Grenzen voneinander und von dem Zentrum des Stammes bestimmen und daraus die Oberflächen von dem ganzen Aussenteil und Innenteil des Zentralzylinders berechnen, so erhalten wir, auf die wahren Grössenverhältnisse umgerechnet, folgendes.

Querschnitt	Oberfläche in Quadratzentimetern		
	des ganzen Zentralzylinders	des Aussenteils	des Innenteils
B	1450	340	1110
C	138	35	103

Diese Zahlen würden für das Wachstum des Aussenteils eine 9,7-malige Oberflächenvergrösserung, für das des Innenteils eine 10,7-malige Vergrösserung ergeben; dieser Unterschied ist wohl bedeutungslos, das Wachstum im Aussen- und Innenteil ist offenbar nicht wesentlich verschieden.

Die **Epidermis** hat, wie bei den beiden ersten Palmen, anfangs (in D) eine nach aussen gebogene Aussenwand, der die Zellen in stand setzt, dem Dickenwachstum des Stammes eine Zeitlang zu folgen; die Epidermiszellen sind aber schon in C quadratisch, ± 15 μ. In A und B war daher auch nichts mehr von einer Epidermis zu beobachten; sie schwindet hier alsbald.

Die **Rinde** ist in ihren äusseren Lagen der Peridermbildung gewidmet. Etwa die vierte und fünfte Rindenzelllage fangen damit an, dass diese Zellen sich entweder sofort oder nach einigen Teilungen durch tangentiale Wände stark verdicken; auf dem Querschnitt erhalten sie durch die gleichmässigen weissen Verdickungslamellen ihrer Zellwände eine gewisse Ähnlichkeit mit Sklerenchymfasern.

Die nach aussen liegenden Zelllagen verdicken dann ihre Wände in ganz anderer Weise; nicht nur ist die Farbe der sekundären Verdickungslamellen hier etwas gelber, auch die Dicke der Lamellen ist anders, nämlich sehr ungleichmässig. Zumal in den Ecken können ganz dicke Bildungen abgesetzt werden, wodurch das Gewebe eine grosse Ähnlichkeit mit Kollenchym erhält, an anderen Stellen fehlt die sekundäre Verdickungslamelle ganz, und dann zwar an beiden Seiten der Mittellamelle, sodass es auch als ein Gewebe mit besonders grossen, unregelmässig gebildeten Tüpfeln beschrieben werden kann.

Innerhalb aller dieser dickwandigen Elemente liegen zunächst etwa 5 oder 8 Parenchymzelllagen, welche dünnwandig und chlorophyllhaltig sind. Die äusseren dieser Lagen bilden durch tangentiale Wände alsbald ein regelrechtes Etagenkambium aus, deren Elemente sich an der Aussenseite gleichmässig verdicken, ganz wie die zuerst verdickten Zellen der 4. und 5. Zellschicht, an die sie angrenzen. Dieses Kambium entwickelt sich zuerst an denjenigen Stellen, wo das Periderm durch das Wachstum

der inneren Gewebe auseinandergezogen worden ist; äusserlich ist das am Stamme schon erkennbar durch die Bildung vieler kleiner Längsrisse; in D war es nur an solchen Stellen ausgebildet. In C war es dagegen ringsum verbreitet, und zeigte vielfach in den Zellen oder Zellkomplexen radiale oder schief verlaufende Wände; eine Erscheinung, welche offenbar dazu dient, das Kambium dem Wachstum des Stammes entsprechend in tangentialer Richtung auszudehnen. In C hat das Kambium seine mächtigste Entwicklung unter allen vier Querschnitten, indem es z.B. an vielen Stellen aus ± 8 Zellschichten besteht, welche vier verschiedenen „Etagen" angehören. In A und B ist dagegen nur ein viel kleineres Kambium, von etwa 3 oder 4 Zellschichten, übrig geblieben; bei dem so viel grösseren Umfang des Stammes ist natürlich die tangentiale Dehnung des Periderms auch viel geringer geworden, sodass die Neubildung von Peridermschichten weniger ergiebig sein kann. Diejenigen Parenchymzelllagen, welche von der Kambiumbildung noch unberührt geblieben sind, nehmen natürlich tangential in Länge fortwährend zu; in D sind sie in tangentialer Richtung 20—40 μ, in A 20— 150 μ; die längeren sind dort öfters geteilt durch eine oder zwei radiale Wände.

Wie es auch in den weiteren, unten zu beschreibenden Rindenteilen der Fall ist, verdicken die Zellen dieser Parenchymlagen bisweilen ihre Wände ein wenig, unabhängig von den benachbarten Zellen; diese verdickten Wände sind 3—5 μ dick und führen viele einfache Tüpfel. In der dicken Kambiumschicht in C sind mehrere solcher Zellen, welche durch die nach innen vorgreifende Kambiumbildung in das Kambium geraten sind, zu beobachten.

Der bis jetzt beschriebene äussere Rindenteil, in dem gar keine oder doch fast keine Stränge vorkommen, ist gerade wie bei *Caryota* von dem viel dickeren inneren Rindenteil durch eine Reihe von Raphidenzellen abgegrenzt. Diese Reihe ist keineswegs eine ununterbrochene; die Raphidenzellen liegen darin einzeln in Abständen von etwa $^1/_2$ mm. Weil jedoch in der ganzen Rinde die Raphidenzellen mit sehr vereinzelten Aus-

nahmen fehlen und diese Reihe eine sehr regelmässige ist, so bietet sie dennoch eine augenfällige Erscheinung dar. Die 7 oder 8 Parenchymzelllagen, welche diese Reihe von dem Periderm in D trennen, sind in A und B durch die Wirkung des Etagenkambiums natürlich auf einige (1 bis 5) zurückgegangen. Die Grösse dieser Raphidenzellen ist in allen Präparaten etwa die gleiche, nämlich 50—90 μ, ein Wachstum dieser Zellen wie bei *Actinophloeus* ist somit nicht anzunehmen.

Die Rinde innerhalb dieser Raphidenzellen ist ziemlich dick, wie aus den Figuren auf Tafel XI hervorgeht; sie führt eine grosse Zahl von Fibrovasalsträngen von sehr wechselnden Grössen, welche in der Figur von Querschnitt C fast vollständig reproduziert worden sind; ausserdem enthält sie, zumal in den äusseren Teilen, eine Menge von kleinen Sklerenchymfasersträngen, von welchen nur ein geringer Teil in Figur C eingetragen worden ist. Das Parenchym ist auch hier anfangs aus rundlichen Zellen aufgebaut, welche alle gleichartig und dünnwandig sind. Diesen Zustand finden wir aber nur in D, schon in C ist das Dickenwachstum ändernd aufgetreten. Die meisten Zellen sind dort noch unverändert; einzelne, in radialer Richtung aneinander grenzende Zellenreihen sind aber stark in tangentialer Richtung ausgewachsen. Die einzelnen Zellen, die vorhin 20—50 μ waren, sind nun in tangentialer Richtung bis 200 μ, und meistens haben diese langgezogenen Zellen eine oder zwei Zellteilungen erfahren. Diese radialen Zellreihen strecken sich sehr weit aus, durch die halbe oder sogar durch die ganze Rinde. In der inneren Hälfte der Rinde sind sie meistens dünnwandig, aussen aber sind ihre Wände etwas verdickt, 4—6 μ und mit vielen Tüpfeln versehen. Auch unter den nicht ausgewachsenen rundlichen Zellen der äusseren Rindenhälfte haben in C viele ihre Wände verdickt, diese dickwandigeren Zellen sind ebenfalls vielfach in pseudoradialen Reihen geordnet. In A und B ist dieses Wachstum der Zellen noch weiter vorgeschritten und ganz allgemein geworden. Alle Rindenzellen sind dort stark in tangentialer Richtung ausgewachsen mit Ausnahme solcher, welche in radialer Richtung

zwischen zwei Fibrovasalsträngen liegen; weil die Sklerenchymfasern den tangentialen Zugspannungen Widerstand leisten, so sind auch die auf diese Weise gelagerten Parenchymzellen gegen diese Spannungen geschützt. Die Tafel VII, Fig. 2 gibt davon ein sehr deutliches Bild. Auch zwischen zwei pseudoradialen Reihen von ausgewachsenen Zellen sind vereinzelt einige rundliche Zellen unverändert übrig geblieben. Die tangentialen Durchmesser der ursprünglichen ausgewachsenen Rindenzellen sind bei den vielen Teilungen, welche diese Zellen erfahren haben, nicht mehr leicht zu erkennen; solche von 300 μ waren leicht in grosser Zahl zu erkennen, ich glaube auch solche von 550 μ gesehen zu haben; die Zahl der Tochterzellen geht wenigstens bis 5, wahrscheinlich auch höher. Bemerkenswert ist, dass alle Zellen hier mässig verdickte Wände haben, und zwar in der ganzen Rinde (bis 12 μ für eine doppelte Wand), mit Ausnahme von einzelnen ganzen pseudoradialen Reihen, welche ganz dünnwandig sind; auf Tafel VII Fig. 2 ist das deutlich zu sehen. Augenscheinlich geht das Wachstum hier stossweise vor sich, indem bald hier, bald dort eine pseudoradiale Reihe von Zellen den Zugspannungen nachgibt in einer Weise, die mit der Entstehung von Rissen die grösste Analogie zeigt; hier entstehen aber keine echten Risse, sondern die Zellwände dehnen sich nur in tangentialer Richtung aus und die gedehnten Zellen teilen sich. Die dünnwandigen Reihen, welche man beobachtet, sind nun eben solche gerade gebildeten „Risse". Dieser Vorgang tritt immer wieder in derselben Weise auf; nur mit dem Unterschied, dass anfangs eine Reihe ganzer ursprünglicher Rindenzellen davon betroffen wird, später dagegen eine Reihe derer Tochterzellen. Auf Tafel VII ist letzteres schon der Fall.

Die Fibrovasalstränge der Rinde bieten wenig Bemerkenswertes. Ihre Sklerenchymfasern sind alle gleichartig, rundlich auf dem Querschnitt, bis 30 μ dick; die einzige Änderung, welche sie aufweisen, ist, dass später eine zweite Verdickungslamelle das Lumen, das anfangs bis 20 μ breit war, bis auf eine geringe Breite einengt. Diese nachträgliche Verdickung

kann sehr verschieden stark sein, sodass die Lumina wohl von 2—12 μ variieren. Die Gefässbündel dieser Stränge führen nur ausnahmsweise, bei den sehr grossen Strängen, protoxylematische Elemente, meistens enthalten sie nur ein einziges Xylemgefäss; das Phloem scheint vielen Strängen abzugehen.

Die zahlreichen Sklerenchymstränge der Rinde bestehen aus einer sehr variabelen Zahl von ebensolchen Fasern, wie die Fibrovasalstränge sie haben; die Zahl der Fasern ist öfters 10 bis 20, kann aber in den äusseren Rindenteilen auf 3 oder 2 oder sogar 1 herabsinken, kann andererseits auch auf mehr als 1000 heranwachsen; in Figur C ist ein solcher grosser Sklerenchymstrang wiedergegeben worden. Sowohl bei den Fibrovasalsträngen als bei den Sklerenchymsträngen finden wir immer zwischen den Fasern und dem Rindenparenchym massenhafte Stegmata mit Kieselkörpern reihenweise eingelagert.

Der Zentralzylinder.

1. Der Aussenteil. Die Grenze zwischen Rinde und Zentralzylinder ist nach den Unterschieden zwischen Rinden- und Stelärfibrovasalsträngen ziemlich scharf zu bestimmen; nur in D, wo zwischen Rinde und Zentralzylinder ein noch tätiger Verdickungsring war, war dieses natürlich nicht möglich. Die Trennung von Aussen- und Innenteil des Zentralzylinders wurde ziemlich willkürlich angenommen, indem scharfe Unterschiede zwischen den Fibrovasalsträngen nicht vorkommen.

Das Parenchym des Aussenteils unterscheidet sich in den älteren Stämmen deutlich von demjenigen der Rinde durch die auffallende Streckungsrichtung, die auch hier von den Gefässteilen der Fibrovasalstränge ausstrahlt und zwischen den Sklerenchymteilen der Peripherie der letzteren parallel läuft. Gegen die ausschliesslich tangentiale Zellstreckung der Rinde ist das ein grosser Unterschied, der jedoch bei näherer Betrachtung sich als unwesentlich herausstellt, indem in den jungen Stämmen das Parenchym von Rinde und Aussenteil völlig gleichartig ist; es ist nur der durch das verschiedene Verhalten der Fibrovasalstränge bedingte Wachstumsunterschied, der später Rinde und Aussenteil ein verschiedenes Gepräge verleiht. Diese

Ausstrahlung der gestreckten Zellen von den Gefässteilen aus ist zwischen den äussersten Fibrovasalstrangreihen deutlicher ausgeprägt als etwas mehr nach innen im Aussenteil, wie auch Figur B von Tafel XI noch einigermassen zeigt; weil die Fibrovasalstränge einen nach innen rasch abnehmenden „Kern" von nicht-auswachsenden Fasern haben, so bedingt der grössere nicht-wachsende Gewebekomplex ganz aussen im Aussenteil auch stärkere Zugspannungen rings um sich her als etwas weiter nach innen. Zellteilungen treten bei den stark ausgedehnten Zellen ziemlich viel auf; zwischen den äusseren Fibrovasalsträngen sind in B die meisten Zellen geteilt in zwei, selten mehrere Tochterzellen, weiter nach innen nimmt die Frequenz der Teilungen ab. Von meinen Grössenbestimmungen der Zellen teile ich hier folgendes mit.

Grösse der ursprünglichen Parenchymzellen im Aussenteil des Zentralzylinders

Querschnitt	zwischen den vier äusseren Reihen von Fibrovasalsträngen		weiter nach innen zu	
	radial	tangential	radial	tangential
A	—	—	30—600 μ	25—500 μ
B	25—600 μ	25 - 250 μ	25—500	25—300
C	25— 80	10— 40	25— 80	15— 60
D	—	—	15— 50	10— 25

Die Maxima von radialen und tangentialen Durchmessern sind natürlich nicht bei einer und derselben Zelle zu erwarten, einzelne Zellen sind tangential ausgedehnt, andere radial.

Kleine Interzellularräume sind, wie in der Rinde überall, vorhanden; von den grossen Interzellularen werde ich bei der Behandlung des Innenteils sprechen, obwohl auch in den inneren Partien des Aussenteils schon solche auftreten. Raphidenzellen kommen im ganzen Aussenteil vor, in der äusseren Hälfte spärlich, mehr nach innen etwas reichlicher; was ich von „liegenden" und „stehenden" Raphidenzellen für den Innenteil mitteilen werde, trifft auch hier zu.

Die Fibrovasalstränge des Aussenteils unterscheiden sich, wie

bei den vorigen Arten, von den Rindensträngen dadurch, dass, während letztere nur ein homogenes Sklerenchym haben, das in seiner Gesamtheit fast zu gleicher Zeit ausgebildet worden ist, erstere einen Kern von sich früher differenzierenden Fasern und eine Randzone von auswachsenden Fasern haben. Auch ist das Gefässbündel der Rindenstränge beträchtlich kleiner als das derjenigen im Zentralzylinder.

Die Ausstrahlung der Fasern von dem Gefässteil aus ist hier merklich geringer als bei den vorigen Arten; damit ist auch der Unterschied zwischen Kern und Randzone noch geringer als sonst. Ganze Teile der „Randzone" unterscheiden sich von dem Kern nur noch dadurch, dass ihre Fasern dicker sind und grössere Lumina haben; von einer Wachstumrichtung ist nicht viel zu bemerken. An vielen Stellen tritt jedoch die Wachstumsrichtung deutlich hervor, und dann immer in der zu erwartenden Richtung; an der Peripherie des Sklerenchymteils ist im allgemeinen die Ausstrahlung am deutlichsten. Weil hier das Wachstum im allgemeinen viel stärker ist als bei den vorigen Arten, so würde man hier vielleicht auch eine deutlichere Ausstrahlung erwartet haben; wie ich aber im letzten Kapitel noch näher begründen werde, ist die Ausstrahlung nicht in erster Linie von der Grösse des sekundären Wachstums, sondern in höherem Grade von der Grösse und der gegenseitigen Entfernung der nichtwachsenden Teile bedingt. Die Figur B von Tafel XI zeigt nun, dass die Fibrovasalstränge hier entschieden weiter auseinander liegen als in dem einzigen anderen jugendlichen Querschnitt, wo das sekundäre Wachstum noch keine merkliche Wirkung ausgeübt hat, nämlich in Figur 4 von Tafel IV; die untersuchten jugendlichen Stadien von *Caryota* und *Livistona* sind hier nicht zum Vergleich heranzuziehen, da bei diesen schon ein grosser Teil des sekundären Dickenwachstums beendet ist. Dadurch, dass hier bei *Oreodoxa* die nichtwachsenden Teile weiter auseinander liegen, erklärt sich die geringe Ausstrahlung schon zum grössten Teil.

Das Wachtum des Sklerenchyms dauert sehr lange an, wie wohl daraus hervorgeht, dass es in B nur noch in einer ein-

zigen Reihe von Fibrovasalsträngen des Zentralzylinders beendet war. Die Zahl der Fasern lässt sich aus folgendem ersehen.

Querschnitt	Zahl der Fasern in der Mittellinie von Fibrovasalsträngen des Aussenteils aus der								
	ersten Reihe			zweiten Reihe			sechsten Reihe		
	Kern	Randzone		Kern	Randzone		Kern	Randzone	
		ausgebildet	undifferenziert		ausgebildet	undifferenziert		ausgebildet	undifferenziert
A	9	37	—	6	37	—	2	38	—
	—	—	—	—	—	—	3	38	—
B	10	45	—	4	46	— [1]	3	18	22
	12	31	—	6	42	— [1]	3	20	20
C	6	—	25	6	—	32	3	—	30
	7	—	34	4	1	32	3	—	29
	6	—	35	5	1	49	2	—	27

In C sind also nur noch die Kernfasern ausgebildet (vergleiche den oberen Strang von Tafel XII Fig. 1), in B ist nur in den äusseren Reihen die grosse Mehrzahl der Fasern ausgebildet, in der sechsten Reihe schon nur noch die Hälfte (in der Mittellinie); erst in A sind alle Fasern ausgewachsen. Die Gesamtzahl aller Fasern schwankt ziemlich stark, ohne dass jedoch durchgehende Unterschiede zwischen den drei Querschnitten zu bemerken sind.

Das Wachstum der einzelnen Fasern ist, obwohl die Ausstrahlung nur gering ist, dennoch stark:

Querschnitt	Grösster Durchmesser einzelner Fasern eines Fibrovasalstranges aus der								
	ersten Reihe			zweiten Reihe			sechsten Reihe		
	Kernfasern	Randfasern		Kernfasern	Randfasern		Kernfasern	Randfasern	
		innere	äussere		innere	äussere		innere	äussere
A	**40** μ	**100** μ	**170** μ	**40** μ	**140** μ	**220** μ	**30** μ	**130** μ	**100** μ
B	**40**	**90**	**90**	**35**	**80**	**100**	**30**	**80**	80
C	**40**	40	25	**35**	30	20	**30**	30	25

1) Die undifferenzierten Fasern liegen hier nicht in der Mittellinie, sondern an den beiden Seiten.

Die Durchmesser der schon verdickten Fasern sind fett gedruckt. Wenn wir B und C vergleichen, so zeigt sich deutlich, dass die in C schon verdickten Fasern nicht mehr gewachsen sind, die in B noch dünnwandigen Fasern dagegen sehr stark. Vergleichen wir dann B mit A, so hat es allen Anschein, alsob in A die schon ausgebildeten Randfasern abermals ein starkes Wachstum erfahren haben; es ist aber wohl kaum anzunehmen, dass diese Erklärung zutrifft, viel wahrscheinlicher ist die Auffassung, dass die Randfasern in A schon vor ihrer Ausbildung stärker ausgewachsen waren als in B; wenn wirklich die Zahl der Fibrovasalstränge in A so viel niedriger ist als in B, wie wir oben fanden (13000 gegen 18000), so ist dies eine sehr natürliche Erscheinung.

Ein nachträgliches Wachstum, nachdem die Wände sich schon verdickt haben, steht aber mit dem bereits gefundenen so sehr in Widerspruch, dass wir solches nicht so bald annehmen dürfen.

Die Wandverdickung geht hier auch allmählich weiter, die Wände bleiben jedoch immer weiss oder gelblich.

Querschnitt	Grösste Dicke einer (doppelten) Wand in den Fasern eines Fibrovasalstranges der					
	ersten Reihe			sechsten Reihe		
	Kernfasern	Randfasern		Kernfasern	Randfasern	
		innere	äussere		innere	äussere
A	30 μ	70 μ	50 μ	20 μ	40 μ	40 μ
B	30	25	10	20	10	1—2
C	15	1—2	1—2	10	1—2	1—2

In B sind diejenigen Fasern, welche in C schon verdickt waren, nachträglich noch bedeutend dickwandiger geworden; weil in B die Ausbildung der Fasern noch nicht einmal beendet ist, so werden dort auch die schon verdickten Fasern ihre Wände noch wohl verstärken, wie denn auch in A die Wände noch wieder bedeutend dicker sind als in B, und zwar nicht nur absolut, sondern auch, wenn man die grösseren Durchmesser der Fasern in A berücksichtigt, relativ.

Die Stegmata kommen hier bei *Oreodoxa* im Aussenteil vor, jedoch merkwürdigerweise in Querschnitt A sehr spärlich, in

B und C reichlich. Wie bei *Livistona* sind die Stegmata auch zwischen undifferenzierten Parenchym und Sklerenchym vorhanden, also nicht nur in der Nähe von Kernfasern; auf Tafel XII Fig. 1 sind sie im Umkreis des undifferenzierten Sklerenchyms als dunkle Flecken zu erkennen.

Die Gefässbündel der Fibrovasalstränge des Aussenteils können, wie schon bei *Livistona* bemerkt, in einzelnen Fällen auch in das Wachstum hineinbezogen werden, und zwar in anderer Weise als bei *Actinophloeus*. Während dort das Xylem und wahrscheinlich auch das Phloem aller Fibrovasalstränge unter Umständen längere Zeit unausgebildet und funktionsunfähig bleiben konnte, um später erst seine definitive Ausbildung und Grösse zu erlangen, so ist hier wie bei *Livistona* das Wachstum beschränkt auf das Parenchym des Protoxylems. Protoxylematische Elemente kommen im Aussenteil nur bei den neu eingetretenen, schief verlaufenden Strängen vor, also nur verhältnismässig selten. Die betreffenden Stränge, welche durch ihre bedeutendere Grösse auch auf Tafel XI in den Figuren sofort auffallen, haben an ihrer Innenseite einen grösseren oder kleineren zweiten Sklerenchymbelag, der auf Tafel XI auch bei einigen zu beobachten ist; bei anderen konnte er bei dem auffallenden Lichte nicht erkannt werden. Tafel XII Fig. 1 bringt nun eine Mikrophotographie eines solchen Bündels mit einem benachbarten normalen Bündel aus dem Aussenteil des Querschnittes C. Das Metaxylem hat zwei grosse Gefässe; von den protoxylematischen Gefässen sind sieben grössere sichtbar, darauf folgt nach innen ein dünnwandiges Gewebe, dessen innerste Teile sich zu Sklerenchym entwickeln werden; der übrige Teil aber besteht aus denjenigen Parenchymzellen, welche die zu allererst gebildeten Ringgefässe begleitet haben. Die Ringe dieser Gefässe sind noch in ungeordneter Lage in dem Gewebe zu beobachten. Bei der weiteren Entwickelung des Stammes erfährt das Protoxylem starke Abänderungen, wie ein Blick auf Fig. 2 derselben Tafel lehrt. Wir sehen dort in viel geringerer Vergrösserung den protoxylematischen Teil eines Gefässbündels aus Querschnitt A abgebildet. Die Parenchymzellen

sind sämtlich nach verschiedenen Richtungen stark ausgewachsen, sodass das Protoxylem eine grosse Ausdehnung erhalten hat; ausserdem sind die Zellwände stark verdickt. Die zuerst gebildeten Ringgefässe sind nicht mehr zu erkennen, dagegen finden wir von den späteren Protoxylemgefässen noch mehrere ziemlich unversehrt wieder; in der Nähe des Metaxylems finden wir noch einige, andere sind aber auch in der Mitte des ausgewachsenen Parenchyms zu erkennen. Die beiden grossen Metaxylemgefässe sind durch die geringe Vergrösserung hier nur scheinbar kleiner als in Fig. 1, ihre Grösse gibt zur Vergleichung beider Bilder also einen guten Anhaltspunkt.

Bemerkenswert ist dass die Protoxylemgefässe von sehr dickwandigen Thyllen ausgefüllt worden sind, Bildungen, welche den Thyllen *Livistonas* ganz ähnlich sind. Tafel XIII gibt in starker Vergrösserung zwei Bilder von solchen mit Thyllen ausgefüllten Gefässen; in Fig. 1 ist nebst zwei Stücken von den beiden grossen Metaxylemgefässen eine Partie von vier Protoxylemgefässen zu sehen, welche sämtlich Thyllen führen; in den beiden unteren ist die ursprüngliche Gefässwandung von der Thyllenwand zu unterscheiden, nur letztere führt Tüpfelkanäle. Die Übereinstimmung mit den Thyllen *Livistonas* ist also eine sehr grosse. Jedes Gefäss wird meistens von einer einzigen Längsreihe von stark verdickten Zellen ausgefüllt; die Wand der Thylle schmiegt sich der Gefässwand an den meisten Stellen so eng an, dass beide zusammen eine einzige Wand auszumachen scheinen, nur mit der besonderen Eigentümlichkeit, dass die Tüpfel der Thyllenwand sich in der Gefässwand nicht fortsetzen.

Die zweite Photographie gibt uns ein Bild eines der im ausgewachsenen Parenchym zerstreut liegenden Protoxylemgefässe; durch einen glücklichen Zufall ist der Schnitt gerade durch die Eintrittsstelle der Parenchymzelle in das Gefäss geführt worden. Die Thylle hat in dem Gefäss in der Schnittebene eine Querwand gebildet, in der mehrere Tüpfel zu sehen sind; denn wie bei *Livistona* ist die Querwand zwischen zwei angren-

zenden Thyllenzellen mit einer grossen Zahl von normalen Tüpfeln versehen [1]).

2. Der Innenteil. Das Parenchym des Innenteils wird in seinem Habitus und auch in seinem Wachstum fast ganz von der besonders starken Interzellularenbildung beherrscht. Die dadurch bedingte Weichheit des Innenteils lässt sich am besten dadurch erläutern, dass man auch von den ältesten Stadien, wenn man sie nicht länger aufheben will, zur Wiedererhaltung der grossen Quantitäten Alkohol, welche darin enthalten sind, den Innenteil sehr gut mit den Händen auswringen kann. Dennoch sind auch diese Teile noch nicht so leicht zu schneiden, denn wenn die Fibrovasalstränge auch sehr spärlich vorkommen, so sind sie dennoch von derselben Härte wie sonst, sodass gute Präparate davon nicht so leicht anzufertigen sind.

Der ganze Innenteil ist mit einem etwa gleichgearteten Parenchymgewebe versehen, das an dem Aussenrande ziemlich schnell in dasjenige des Aussenteils übergeht. Ich werde deshalb hier zunächst das Parenchym der Stammmitte, des Zentrums, beschreiben. Von der mit dem Wachstum stark zunehmenden Zellgrösse des Parenchyms können folgende Zahlen ein gutes Bild geben.

Parenchym im Zentrum des Stammes				
Querschnitt	Zelldurchmesser		Grösste Interzellularen	Zahl der Tochterzellen
	Länge	Breite		
A	150—550 μ	50—100 μ	1500 μ	2—7
B	80—400	40— 90	1400	—
C	30—180	30—100	350	—
D	30—100	30—100	200	—

Die anfangs rundlichen Zellen wachsen also bis zu mehr als der fünffachen Länge aus, ihre Breite nimmt dabei nicht wesentlich zu. Zugleich finden wir in obiger Tabelle etwas von der

1) Thyllen in Holzgefässen sind bei Palmen schon 1847 von H. Karsten beschrieben worden (Die Vegetationsorgane der Palmen, Schriften der Kgl. Akad. d. Wissensch. Berlin 1847).

Interzellulargrösse und von den Teilungen der Zellen. Letztere finden wir nur in Querschnitt A, in B ist noch keine einzige Zelle geteilt; dieser Unterschied kann natürlich auch in dem verschiedenen Ursprung des Materials seine Veranlassung haben. In A sind die neu auftretenden Zellwände natürlich immer senkrecht zu der Streckungsrichtung der Zellen gerichtet; nicht alle Zellen sind dort geteilt, viele sehr lange Zellen bleiben ungeteilt, andere kleinere haben Querwände.

Die in der Tabelle mitgeteilten Zahlen geben schon einen Eindruck von der Wichtigkeit der Interzellularen; die bis $1^1/_2$ mm breiten Gänge sind nur wenig kleiner als die Fibrovasalstränge. Dazu kommt noch ihre sehr grosse Zahl; zwischen den Interzellularen finden sich Zellmauern, welche an den meisten Stellen nur eine Zelle dick sind, an anderen Stellen zwei, selten und nur in der Nähe von Fibrovasalsträngen mehrere Zellen dick. Das merkwürdige dieser Interzellularen und das, was sie von den ähnlichen Bildungen der vorigen Palmen sofort unterscheidet, ist, dass sie nicht wie dort von drei oder vier ursprünglichen Parenchymzellen begrenzt werden, sondern von mehreren; die grösseren z.B. von 10 oder 12. Dieses ist in B und C, welche am besten vergleichbar sind, ganz ähnlich, obwohl die Interzellularen in B einige Male grösser sind als in C. Auch in D ist die Zahl der umringenden Parenchymzellen schon dieselbe, sodass die Entstehung dieser Bildungen hier nicht zu beobachten ist. Weil aber der ganze Stamm vorlag, so habe ich demselben Exemplar, von dem Querschnitt D genommen war, noch zwei andere Schnitte entnommen von Teilen, welche 1 bezw. 5 cm unterhalb des Vegetationspunktes lagen, also 14 bezw. 10 cm höher als Querschnitt D. In beiden Querschnitten sind die Interzellularen schon in grosser Zahl vorhanden, in dem höchsten Querschnitt bis 40 μ, in dem zweiten bis 110 μ. In diesem zweiten Querschnitt ist die Form der Interzellularen in denjenigen Teilen, wo kein Fibrovasalstrang in der Nähe liegt, entweder rundlich oder öfters elliptisch; in Fig. 72 ist ein solcher Raum dargestellt worden. Der Deutlichkeit halber sind die Zellen dort punktiert, wodurch die leeren Räume besser

hervortreten. Das Entstehen ist aus diesen Bildern noch nicht zu erkennen; wohl sieht man, dass viele kleinere Interzellularen

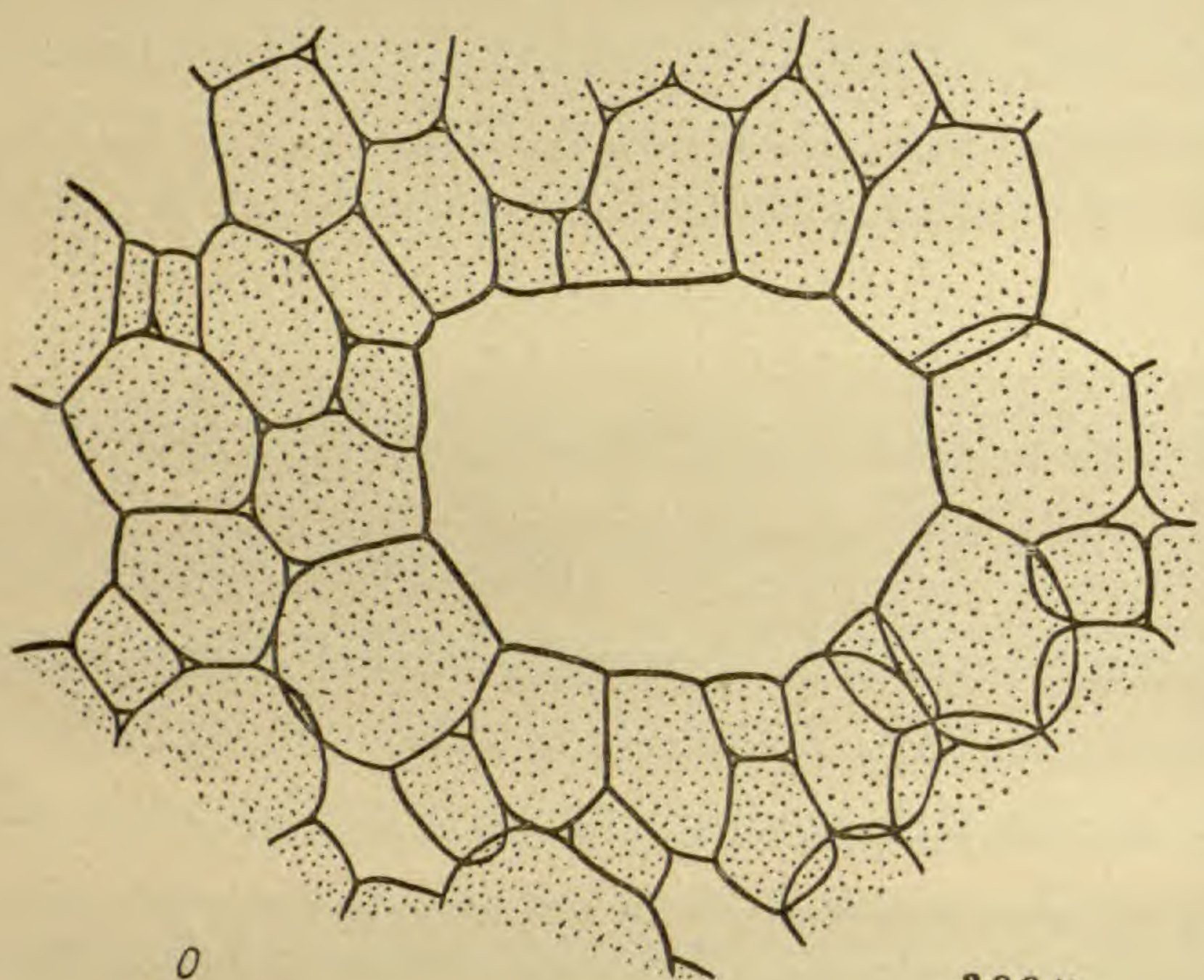


Fig. 72. *Oreodoxa*. Exemplar von Querschnitt D. Querschnitt auf 5 cm unterhalb des Vegetationspunktes.
Parenchym des Innenteils mit Interzellularen. Zellgewebe punktiert.

bis ganz kleine vorhanden sind. Zellteilungen kommen im Parenchym nicht mehr vor, die „ursprünglichen" Parenchymzellen sind hier alle schon fertig gestellt. Anders gestaltet sich das Bild, wenn wir in demselben Querschnitt in der Nähe der Fibrovasalstränge unsere Beobachtungen anstellen; wir finden dann Bilder wie Fig. 73 von langgezogenen, spaltförmigen Interzellularen. Augenscheinlich sind diese hier in der Entstehung begriffen; dadurch, dass etwa drei von den gewöhnlichen kleinen Interzellularen, welche je zwischen drei oder vier Zellen einlagen, unter Spaltung der dazwischenliegenden Zellwände sich zu einem einzigen Hohlraum vereinigen, entstehen hier Interzellu-

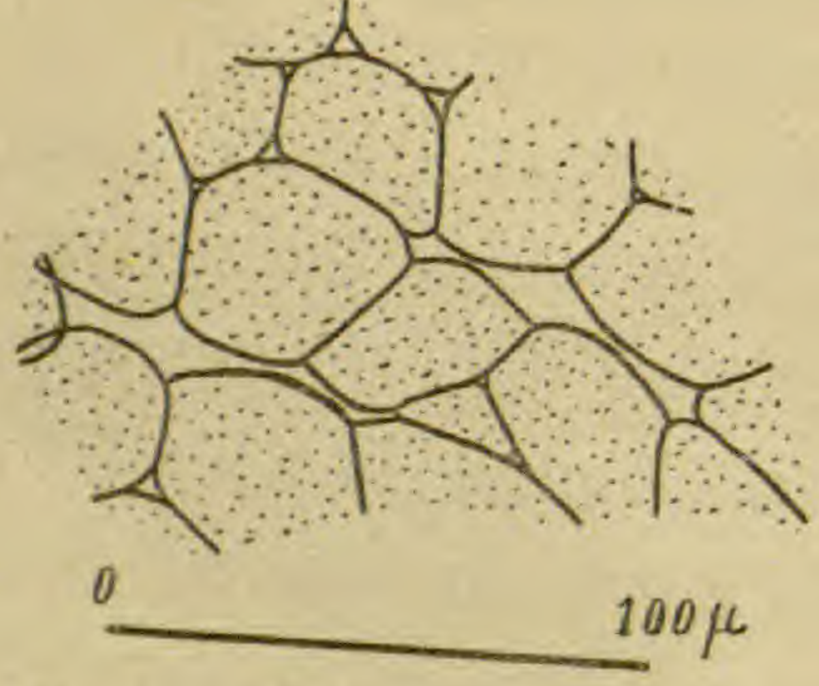


Fig. 73. *Oreodoxa*. Wie Fig. 72, Parenchym aus der Nähe eines Fibrovasalstrangs.

laren, welche von einer grösseren Zahl von Parenchymzellen umgeben sind. Ich habe auch einzelne Stellen gesehen, welche sich aber für die Zeichnung nicht eigneten, wo diese Spaltung der dazwischenliegenden Zellen noch nicht ganz vollzogen war. Man würde noch daran denken können, dass infolge ungleichmässigen Wachstums die anfangs runden Interzellularen hier plattgedrückt sein konnten, z.B. durch stärkeres Wachstum der Fibrovasalstränge; das ist aber nicht der Fall, wie aus den Zellformen leicht zu erkennen ist.

Wenn man nun den höchsten Querschnitt zu untersuchen anfängt, so wird man erwarten, dass dort alle Interzellularen in der soeben gefundenen Weise entstehen, durch Verschmelzung mehrerer kleiner Interzellularen zu einem einzigen. Fig. 74 gibt uns aber das normale Bild, das wir dort beobachten können: rundliche oder elliptische Interzellularen, welche offenbar anfangs zwischen wenigen Zellen einlagen; die Zellteilung ist hier aber noch in vollem Gange, und die den Interzellularen angrenzenden Zellen teilen sich alle durch Wände, welche zu der Oberfläche des Interzellularraums senkrecht gestellt sind. Von den spaltförmigen Räumen sind hier nur spärliche Anfänge und Andeutungen in der Nähe der Prokambiumstränge zu finden.

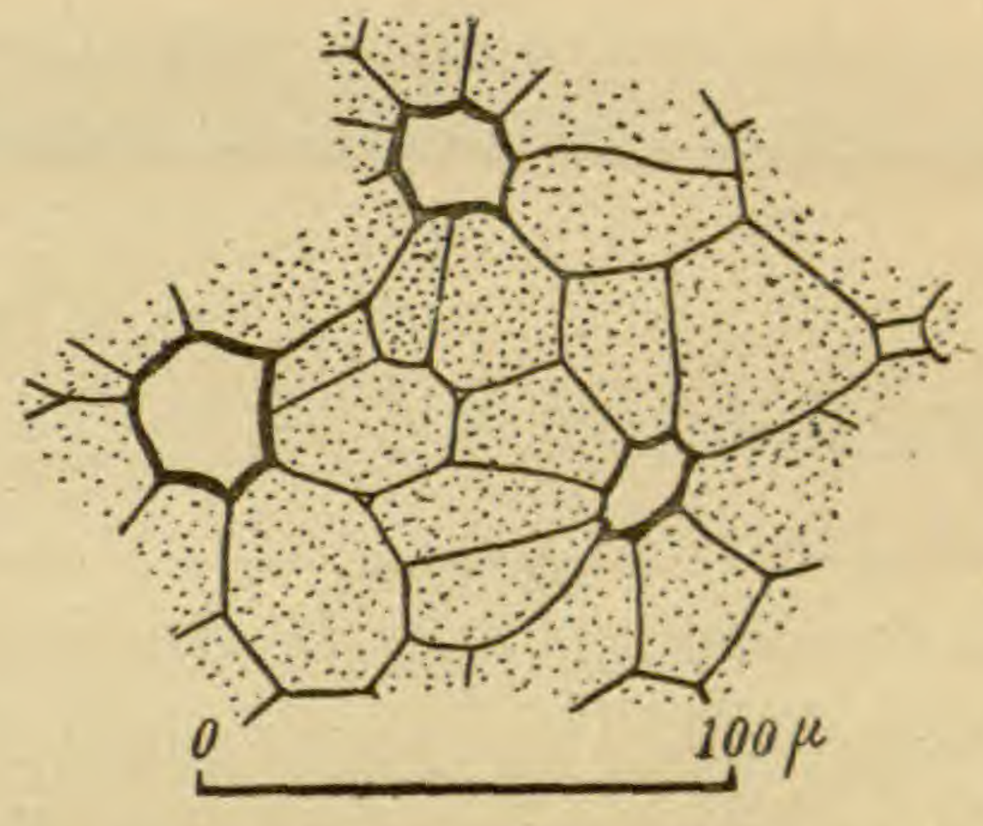


Fig. 74. *Oreodoxa*. Exemplar von Querschnitt D. Querschnitt auf 1 cm unterhalb des Vegetationspunktes. Parenchym des Innenteils, nicht in der Nähe eines Fibrovasalstrangs.

Wir müssen uns die Sache meiner Meinung nach nun so zurechtlegen. So lange die Zellteilung noch anhält, können aus gewöhnlichen, von höchstens vier Zellen umgrenzten Interzellularen leicht grosse, von vielen Zellen umgrenzte werden durch Teilung der angrenzenden Zellen. Nachdem die Zellteilung sich aber eingestellt hat, kann ein von mehreren Zellen umgrenzter Raum nur entstehen durch Verschmelzung mehrerer Interzellularen unter Spaltung der dazwischenliegenden Wände. Die

später auftretenden Interzellularräume haben also natürlicherweise anfangs eine andere Form als die zuerst gebildeten.

Wir können uns nun die Frage stellen, ob die Bildung von Interzellularräumen noch länger anhält, oder ob schon in frühester Jugend eine hinreichende Zahl von Interzellularen für das ganze Leben gebildet wird, welche dann nur noch anzuwachsen brauchen. Diese Frage ist ziemlich leicht zu beantworten, wenn wir auf die Zahl der die Interzellularen begrenzenden Zellen achten und zumal darauf, aus wievielen Zellschichten die Mauern zwischen den Räumen gebildet sind. In dem obengenannten zweiten Querschnitt, der durch denselben Stamm wie Querschnitt D, nur 10 cm höher, genommen ist, ist die Zahl der Zellen zwischen zwei grossen Interzellularen meistens 2 oder 3, bisweilen 1; in einzelnen Fällen 4 oder 5. In den anderen Querschnitten verhält sich die Sache im wesentlichen ebenso; die Zellmauern sind 1—3 Zellen dick, an den Knotenpunkten, wo einige Mauern zusammenstossen, sind bis 4 oder 5 Zellen nebeneinander gelagert. Eine Vermehrung der grossen Interzellularen findet also wohl nicht mehr statt nach dem Stadium des „zweiten Querschnitts"; die einzige Änderung bildet das starke Wachstum, das die Interzellularen von 40 μ (erster Querschnitt, 1 cm unterhalb des Vegetationspunktes) bis 1500 μ (A) heranwachsen lässt. In den jüngsten Stadien findet man aber nicht nur die dort schon verhältnismässig grossen Interzellularen, welche von mehreren Zellen umgeben sind, sondern auch alle Übergänge zwischen diesen und den gewöhnlichen dreieckigen ganz kleinen Interzellularen der meisten parenchymatischen Gewebe; man findet solche mit 3, mit 4, 5, 6 u.s.w. angrenzenden Zellen. Alle diese können nun später sich stark vergrössern, zumal wenn sie in den Knotenpunkten der Zellmauern liegen oder wenn sie in der unmittelbaren Nähe der Fibrovasalstränge liegen; dieses Wachstum erfolgt um so schwieriger, je nachdem die Zahl der angrenzenden Zellen geringer ist. Folgende Zahlen werden das näher begründen.

Querschnitt	Grösster Durchmesser von Interzellularräumen mit einer Zahl angrenzender ursprünglicher Parenchymzellen von		
	3	4	vielen
A	300 μ	600 μ	1500 μ
B	150	350	1400
C	6	80	350
„zweiter" Querschnitt	3	15	110

Weil also die kleineren, von 3—5 Zellen umgrenzten Interzellularen auch allmählich stark heranwachsen, so wird man diese schliesslich auch zu den „grossen" Interzellularen rechnen, sodass scheinbar einige Vermehrung dieser grossen Interzellularen stattfindet; daher sind in Querschnitt A die Zellmauern von 2 oder 3 Zellen seltener als die van 1 Zelllage.

Das Parenchym des Innenteils ist überall reichlich von Raphidenzellen durchsetzt. Bei näherer Betrachtung zeigen sich diese Raphidenzellen ebenfalls von dem Dickenwachstum beeinflusst; zwar nicht wie bei *Actinophloeus* in der Weise, dass sie selber nachträglich wachsen, sondern in ihrer Richtung. Entgegen dem gewöhnlichen Verhalten werden die Raphidenzellen nicht alle in frühester Jugend gebildet, sondern ihre Zahl vermehrt sich nachträglich besonders stark. Zahlenmässige Bestimmungen sind hier nicht so leicht zu geben, weil die Zahl der Raphidenzellen in einem Übersichtspräparat stark von dessen Dicke beeinflusst wird; dennoch ist der Unterschied hier leicht zu erkennen, indem z.B. nach einer Schätzung in B wenigstens 50 mal so viele Raphidenzellen vorhanden sind als in C. Es ist nun ganz leicht, die anfangs und die später gebildeten Raphidenzellen voneinander zu unterscheiden, indem diese der späteren Streckungsrichtung des Parenchyms gemäss immer in horizontaler Richtung sich ausdehnen und ihre Kristalle horizontal liegen, während die zuerst gebildeten, welche man die primären nennen könnte, der damals vorherrschenden Längsrichtung des Wachstums gemäss vertikal stehende Raphiden führen. Tafel XIV enthält zwei Bilder von Längsschnitten durch das zentrale Parenchym; Fig. 1 von C, Fig. 2 von B. Die

dunkleren vertikalen Bänder sind die durchgeschnittenen Zellmauern, welche natürlich in dem Bild weniger scharf sind, dazwischen sehen wir die dem Schnitt parallelen Mauern in Ansicht; in B sind die Luftgänge deutlich viel weiter als in C. In C liegen nun alle Raphidenzellen deutlich vertikal, den dunklen Streifen parallel; in Fig. 2 sind dagegen die meisten Raphidenzellen horizontal, nur drei vertikal gestellte sind zu erkennen. Dass hier noch drei solcher zu sehen sind, erklärt sich daraus, dass die abgebildete Stelle eine ausgesuchte ist, der gewöhnliche Fall ist, dass die Raphidenzellen sämtlich horizontal liegen; nur ganz vereinzelt, vielleicht in etwa 1 % der Fälle, findet man eine stehende Raphidenzelle.

Wenn man die Bedeutung der Raphidennadeln in ihrer Schutzwirkung gegen Tierfrass sieht, so kann auch hier die Betrachtungsweise recht gut durchgeführt werden: das ganze locker gebaute, schwammige Gewebe ist eines Schutzes gegen Tierfrass gewiss bedürftig.

Als eine pathologische, nur einmal beobachtete Erscheinung erwähne ich noch die Bildung von Proliferationen in den Interzellulargängen. An einer Stelle von Querschnitt A war neben einem Fibrovasalstrang des Innenteils eine dunkelbraune Wundstelle unbekannter Herkunft. Um diese Stelle herum waren etwa 15 Interzellulargänge ganz von einer grossen Menge von dicken Zellfäden ausgefüllt; die Zellen dieser Fäden ähnelten den übrigen Parenchymzellen sehr, nur waren sie etwas dicker, ganz wie die Parenchymzellen waren sie aber durch Querwände geteilt und hatten sie dünne Wände. Auch diese Gebilde bezeichnet man vielleicht am besten als Thyllen.

Was ich hier von dem Parenchym des Innenteils mitgeteilt habe, hatte insbesondere Bezug auf das Parenchym der Stammmitte. Das ganze Parenchym des Innenteils ist aber fast völlig gleichgeartet; nur in den äusseren Teilen, wo es sich der Grenze des Aussenteils nähert und wo die Fibrovasalstränge etwas dichter gesät sind, nimmt die Grösse der Interzellularen ab; die Zahl der angrenzenden ursprünglichen Parenchymzellen ist nicht mehr so gross, auf der Grenze von Aussen- und Innen-

teil finden wir noch vereinzelt Interzellularen mit 5 angrenzenden Zellen. Die vorhin schon erwähnten Interzellularen in den inneren Partien des Aussenteils sind nun solche mit 4 oder 3 angrenzenden Zellen; weil diese erst später ihre Durchmesser bedeutend vergrössern, so hat es ohne nähere Untersuchung den Anschein, alsob die grossen Interzellularen sich mit dem Dickenwachstum nach aussen ausbreiten; in gewissem Sinn trifft das auch zu, wenn man nur bedenkt, dass dabei keine neuen Interzellularen entstehen, dass aber nur vorhin ganz kleine, unbemerkte Räume nachträglich einige Hundert μ erreichen. Unter dieser Vorbedingung gebe ich hier an, dass die (in den Figuren von Tafel XI nicht angedeuteten) äussersten grossen Interzellularen in B etwas weiter nach aussen liegen als in C.

Die Fibrovasalstränge des Innenteils bieten nur wenig Bemerkenswertes. Ihr Sklerenchym besteht aus einem Kern, der sich als ein schmales Querband dem Phloem anschmiegt, und eine ebenfalls nicht sehr grosse Randzone, welche erst sehr spät ihre Differenzierung erhält. Die Zahl der Fasern in der Mittellinie ist für den Kern etwa 3, für die Randzone etwa 10; die Grössenverhältnisse sind wie folgt:

	Grösster Durchmesser und grösste Dicke einer doppelten Wand von Sklerenchymfasern aus der Stammmitte				
	Kernfasern		Randfasern		
			verdickte		unverdickte
	Durchmesser	Wand	Durchmesser	Wand	Durchmesser
A	35 μ	20 μ	200 × 100 μ	20 μ	—
B	40	8	100 × 40	6	80 × 40 μ
C	40	6	—	—	35
D	40	6	—	—	30

Die Zahl der verdickten Randfasern in B ist nur noch sehr gering, nämlich 2—3; weitaus der grösste Teil der Randzone ist in diesem Stamm, der doch schon 44 cm Durchmesser hat, noch undifferenziert. Erst in A sind alle Fasern verdickt.

Stegmata waren in B und C im Innenteil reichlich an der Peripherie des Sklerenchyms zu beobachten; in A und D fehlten sie dagegen im ganzen Innenteil. Ob dieser Unterschied durch spezifische Verschiedenheit des Materials oder durch Verschiedenheit des Standorts bedingt ist, lässt sich natürlich nicht sagen.

VIII. Kapitel. Pinanga maculata Porte.

Im ersten Teil fanden wir für diese Art (S. 69) mit sehr dünnen Stämmen, dass die älteren Exemplare dicker waren als die jüngeren, sodass ein Schluss auf ein gutes Dickenwachstum wohl begründet erscheinen konnte, obwohl die sehr gedrängt stehenden Stämme auch durch Rückgang ein Dickenwachstum vortäuschen konnten. Die anatomische Untersuchung hat nun, wie ich schon oben bemerkt habe, nur ein ganz geringes Dickenwachstum nachgewiesen, die relative Minderwertigkeit der jüngeren Stämmchen zeigte sich bei der Untersuchung aber sehr deutlich.

Das konservierte Material bestand aus drei ganzen Stämmchen, anderen als den gemessenen. In Fig. 75 ist nun eine ähnliche graphische Darstellung gegeben worden, wie im I. Kapitel so viele gegeben sind, nur mit dem Unterschied, dass hier der Stammesumfang nicht in $^1/_{30}$, sondern in natürlicher Grösse eingetragen worden ist; die Höhe ist hier statt in $^1/_{300}$ in $^1/_{200}$ genommen.

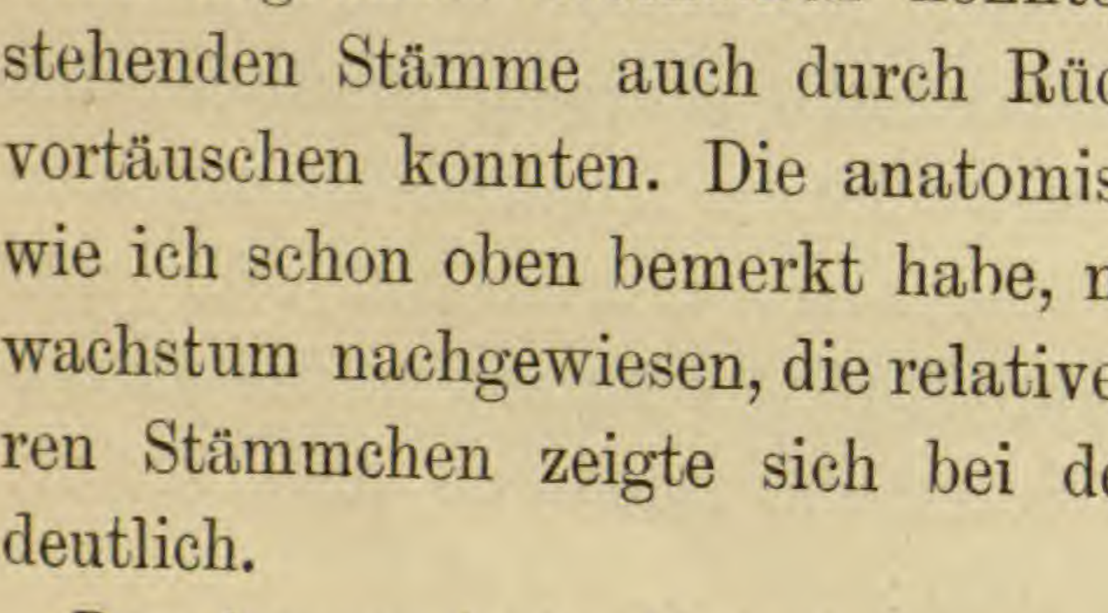


Fig. 75. *Pinanga maculata.* Graphische Darstellung der Höhe (in $^1/_{200}$ nat. Gr.) und des Stammumfangs (in nat. Gr.) von 12 Exemplaren.

Ausser den neun Stämmen von S. 69 sind auch die drei untersuchten Stämme mit in Betracht gezogen; die Höhe bis an die Scheiden dieser drei war 0 bezw. 1,285 und 1,45 m, der Durch-

messer auf 0,1 m 0,6 bezw. 0,8 und 0,95 cm, auf 0,5 m von den beiden höchsten 0,8 bezw. 0,95 cm; in der Figur ist der ansteigende Verlauf der Umfangslinie sehr deutlich. Von dem jüngsten Exemplar war der Teil auf 0,1 m also noch von lebendigen Blattscheiden umkleidet. Weil jedoch in der betrachteten Höhe das Längenwachstum schon beendet war, so sind etwaige Unterschiede zwischen den älteren und dem jüngsten Exemplar in 0,1 m Höhe dennoch dem sekundären Dickenwachstum zuzuschreiben.

Von den drei untersuchten Exemplaren ist die Dicke also wie bei den sonstigen Stämmen bei dem höchsten am grössten, bei dem kleinsten am niedrigsten; deutlicher geht das noch aus Fig. 76 hervor. In dieser Figur habe ich von jedem der drei Exemplare, die ich dort wie im folgenden als I, II und III angedeutet habe, den Stammesumfang von sämtlichen Internodien durch Punkte bezeichnet. Die Punkte sind so gewählt worden, dass ihr Abstand von der Abscissenachse den Stammesumfang angibt, während der Abstand von der Ordinatenachse die Höhe der betreffenden Stellen, an denen der Umfang bestimmt wurde, andeutet. Weil der Umfang immer in der Mitte eines jeden Internodiums bestimmt wurde, ist die Länge der Internodien auch einigermassen aus der Figur abzulesen. Wir sehen nun, dass der Umfangsunterschied nicht, wie man bei Dickenwachstumserscheinungen erwarten sollte, in den höheren Teilen am grössten ist und in den unteren Teilen allmählich sich ausgleicht, sondern wir finden, dass der Unterschied überall so ziemlich eben-

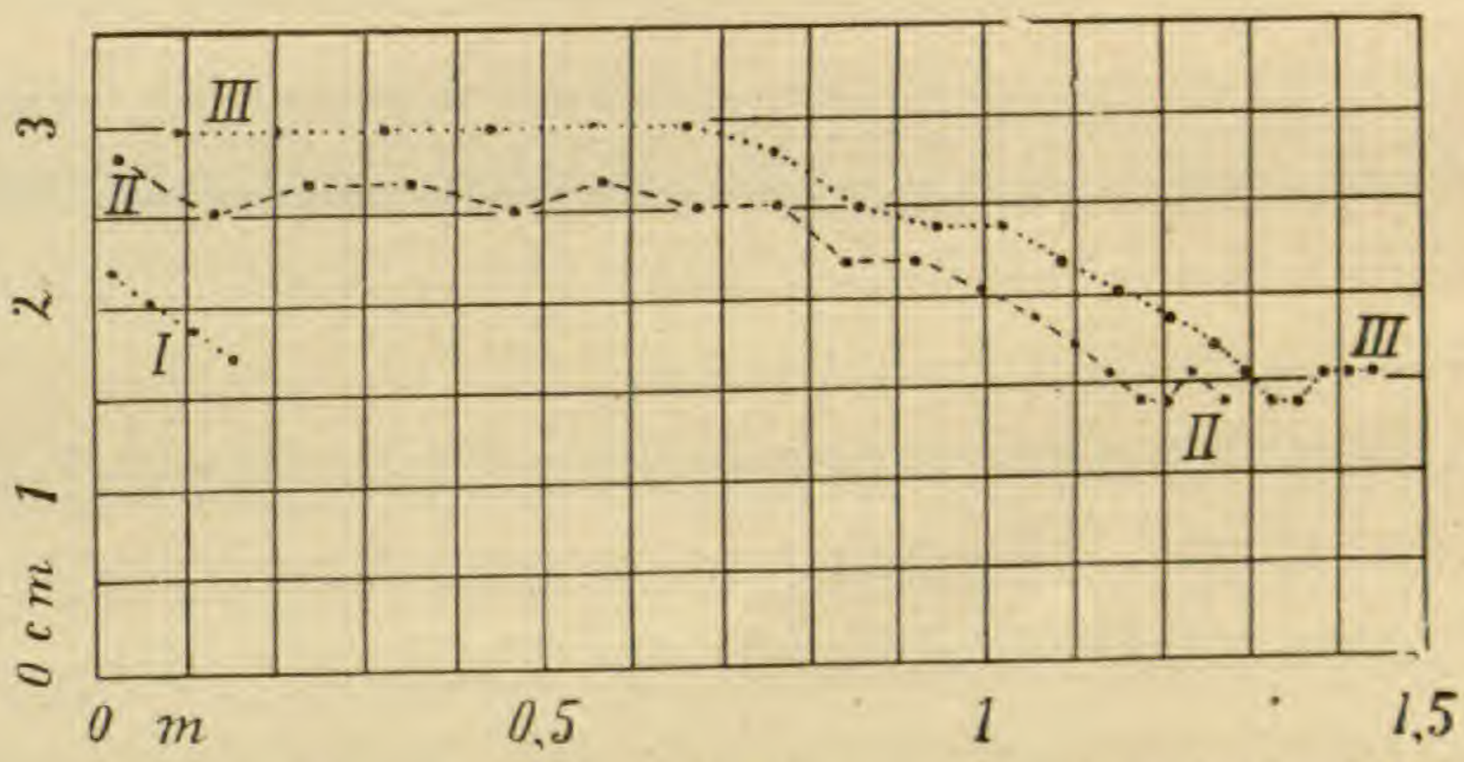


Fig. 76. *Pinanga maculata.* Stammesumfang in der Mitte der je aufeinander folgenden Internodien der drei konservierten Stämme. Der Umfang ist in cm als Ordinate der Punkte benutzt worden, die Höhe der Mitte der Internodien in m als Abscisse.

sogross ist, wie man bei einer rückgehenden Gruppe erwarten muss.

Dass hier tatsächlich eine bedeutende Minderwertigkeit der jüngeren Stämmchen vorliegt, erhellt zuerst aus der Zahl der Fibrovasalstränge. Von jedem der drei Exemplare wurde in der vorhin erwähnten Weise eine Zeichnung eines Querschnittes in etwa 0,1 m Höhe angefertigt, welche von I und II auf Tafel XV reproduziert worden sind. Innerhalb der Sektoren fanden sich hier bei I 73, bei II 75, bei III 67 Fibrovasalstränge im Zentralzylinder; die Sektoren waren zusammen 119° bezw. $104^1/_2$° und 89°, sodass die Gesamtzahl der Fibrovasalstränge des Zentralzylinders auf 221 bezw. 258 und 271 berechnet wurde. Weil hier von diesen Fibrovasalsträngen ein so grosser Prozentsatz wirklich abgezählt worden ist, so bedeuten diese Unterschiede hier viel mehr als z.B. bei *Oreodoxa*, wo die Sektoren einen so kleinen Winkel bildeten; es ist darum auch kein Zufall, dass die Zahl der Fibrovasalstränge hier mit dem Stammesumfang zunimmt.

Von den drei untersuchten Exemplaren ist die Vergleichung von I und II noch am besten durchzuführen, weil hier die Länge sehr stark und die Zahl der Fibrovasalstränge nicht so stark verschieden ist; ich habe daher von diesen beiden Exemplaren kleine Querschnitte untersucht; diejenigen von II waren durch die grosse Härte wiederum sehr schwierig zu erhalten.

Die **Epidermis** ist in beiden Querschnitten gut erhalten, und besteht aus einer Zelllage; die Aussenwand der Zellen ist verdickt und nach aussen vorgewölbt; auf dem Querschnitt bildet die verdickte Wand etwa einen Halbkreis. Die anderen drei Wände sind dünner und stehen senkrecht aufeinander. Wenn man I und II vergleicht, so findet man folgende Unterschiede. In I sind die Wände dünner (Aussenwand 4 μ, sonstige Wände 1—2 μ gegen 10 und 3 μ bei II); ausserdem sind in II die Zellen in tangentialer Richtung etwas grösser (10 – 30 μ, gegen 10—20 bei I). In radialer Richtung sind die Zellen in beiden 20—30 μ. Der Grössenunterschied ist also nur sehr

geringfügig, deutet aber auf Dickenwachstum hin; dass nachträgliche Wandverdickung stattfindet, steht dagegen fest.

Die **Rinde** besteht aus 5 bis 8 Parenchymzelllagen welche von kleinen Sklerenchymsträngen und von wenigen Fibrovasalsträngen durchsetzt sind. Die Zellen des Parenchyms sind rundlich oder auch in tangentialer Richtung etwas gestreckt; wie die Epidermiszellen sind sie in II etwas mehr tangential gedehnt und etwas dickwandiger.

Querschnitt	Subepidermale Zellschicht			Weitere Rindenschichten	
	Rad. Durchmesser	Tang. Durchmesser	Wanddicke	Rad. Durchmesser	Tang. Durchmesser
I	20—35 μ	20—40 μ	1—2 μ	20—45 μ	20—60 μ
II	20—35	20—45	3	15—40	20—70

Der Unterschied in dem tangentialen Durchmesser ist wieder äusserst gering und gewiss nicht hinreichend zur Erklärung des Grössenunterschieds zwischen Querschnitt I und II. Der Unterschied in der Wanddicke ist ebenfalls nicht sehr gross, aber dennoch unverkennbar; der Unterschied wird dadurch aber sehr augenfällig, dass in II die Zellen deutlich getüpfelt sind, in I nicht; in den nachträglich gebildeten sekundären Verdickungslamellen sind diese Tüpfel ausgespart geblieben.

Das Sklerenchym ist in I und II in gleicher Weise ausgebildet, sodass ich auf dessen Beschreibung versichte.

Der **Zentralzylinder** ist auch hier von einem grösstenteils von Fibrovasalsträngen gebildeten Aussenteil und von einem der Hauptsache nach aus Parenchym bestehenden Innenteil aufgebaut. Das Parenchym des Aussenteils zeigt in I und II die nämlichen Unterschiede wie das Rindenparenchym:

Querschnitt	Grösster Durchmesser der Parenchymzellen zwischen den Fibrovasalsträngen der					
	1. Reihe		2. Reihe		3. Reihe	
	rad.	tang.	rad.	tang.	rad.	tang.
I	50 μ	20 μ	60 μ	50 μ	80 μ	70 μ
II	50	30	60	80	70	120

In radialer Richtung sind die Zellen in II also nicht grösser als in I, eher (wie auch in der Rinde) etwas kleiner; in tangentialer Richtung dagegen durchgängig merklich grösser. Dass hier der Unterschied so viel deutlicher hervortritt als in der Rinde ist wohl dem Umstand zuzuschreiben, dass die Fibrovasalstränge, welche hier die Hauptmasse des Gewebes bilden, nicht mitwachsen, sodass das ganze Wachstum durch das Parenchym geleistet werden muss. Dabei tritt, als eines der untrüglichsten Kennzeichen eines nachträglichen Dickenwachstums die Erscheinung auf, dass eine in radialer Richtung aneinander grenzende Reihe von Parenchymzellen sich in seiner Gesamtheit tangential verbreitert; eine Erscheinung, die wir bei den vorigen Arten ebenfalls regelmässig fanden und die dort zu einer pseudoradialen Anordnung der Zellen Veranlassung gab.

Die Zellwände sind auch in II etwas dicker; die Dicke einer (doppelten) Wand geht hier sogar bis 6 μ gegen 2—3 in I; Tüpfel sind auch hier nur in II zu erkennen.

Die Fibrovasalstränge des Aussenteils wachsen, wie gesagt, gar nicht in die Dicke; in I sind ebensogut als in II alle Sklerenchymfasern ausgebildet; der grösste Durchmesser einer Faser ist in beiden 35—38 μ. Auch die Zahl der Fasern eines Fibrovasalstranges ist dieselbe; in der Mittellinie liegen deren etwa 12—15. Die einzige Änderung, welche in II zu beobachten ist, besteht darin, dass die Wände der Fasern noch stärker verdickt worden sind; eine doppelte Wand ist in I höchstens 5 μ, in II bis 15 μ dick, in jeder Faser sind in II etwa vier sekundäre Verdickungslamellen vorhanden, in I nur noch eine einzige. Der Unterschied von Kern- und Randfasern, den wir bei den vorigen Palmen stets vorgefunden haben, ist hier also nicht entwickelt. Dennoch sind nicht alle Fasern ganz gleich; diejenigen, welche dem Phloem angrenzen, zumal in der Mittellinie des Stranges, sind stets dünner, z.B. 10 oder höchstens 15 μ; diese Fasern sind also entweder nicht zu gleicher Zeit ausgebildet oder, was noch wahrscheinlicher ist, der Unterschied ist schon bei der Anlage der Fasern aufgetreten.

Das Parenchym des Innenteils ist etwas grosszelliger als das-

jenige des Aussenteils; die Zellen sind in I rundlich oder elliptisch, 30—120 μ; in II sind mehrere Zellreihen zu finden, deren Zellen sich senkrecht in der Richtung der Reihe ausgedehnt haben; dennoch sind die grössten Zellen hier nur 150 μ, also nur wenig grösser als in I; das mehr allgemein verbreitete Wachstum ist natürlich weniger intensiv. Die Interzellularräume sind hier ebenso wie in der Rinde und im Aussenteil ganz klein und dreieckig.

Die Fibrovasalstränge verhalten sich wie im Aussenteil, nur dass wie sonst hier das Gefässbündel grösser, der Sklerenchymbelag kleiner ist; die dicksten Fasern sind 25—30 μ, die Wanddicke ist in I — 5 μ, in II — 10 μ. Ausser den Fibrovasalsträngen sind auch kleine Sklerenchymstränge von 2—9 Fasern im Innenteil zerstreut; diese ändern sich gar nicht, die Wände der Fasern verdicken sich nicht einmal.

Wir finden hier somit bei *Pinanga maculata* ein ganz geringes, aber unverkennbares Dickenwachstum, das nur in den parenchymatischen Teilen stattfindet. Wann dieses Wachstum stattfindet, ist daher nicht zu ermitteln; die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass es schon innerhalb der lebendigen Blattscheiden vorsichgeht, sodass der frei zu Tage tretende Stamm gar kein Dickenwachstum haben würde. Die Grössenunterschiede der Querschnitte werden jedenfalls durch das sekundäre Dickenwachstum lange nicht erklärt; wir müssen unbedingt eine Minderwertigkeit des Nachwuchses zur Erklärung annehmen. Damit stimmt die geringere Zahl der Fibrovasalstränge des jüngsten Stammes sehr gut überein, sowie die Tatsache, dass schon in Buitenzorg bei der Messung das Aussehen der Gruppe eine solche Minderwertigkeit in hohem Grade befürchten liess; dieses geht am besten daraus hervor, dass ich damals von den jüngeren Exemplaren nur die ausgesuchten besten zur Messung heranzog statt, wie bei allen anderen Arten, ohne Wahl vorzugehen.

IX. Kapitel. Areca triandra.

Von *Areca triandra* haben wir im ersten Teil (S. 20—23) gesehen, dass von den in Gruppen wachsenden Stämmen die jüngeren dünner sind als die älteren, und zwar teils durch Rückgang der Gruppe, teils wahrscheinlich auch durch anhaltendes Dickenwachstum. Von dieser Art hatte ich einen ganzen Stamm aus Buitenzorg mitgebracht und zwar den als Nr. 6 in der Gruppe von II G 8*a* bezeichneten (S. 21). Weil bloss ein einziger Stamm vorlag, so war eine solche Untersuchung, wie sie in den vorigen Kapiteln für die anderen Arten beschrieben worden sind, hier nicht durchzuführen. Dennoch habe ich es versucht, mit Hilfe der im vorigen gewonnenen Einsichten aus einem einzigen Querschnitt die Wachstumsverhältnisse zu erkennen. Wenn nämlich ein sekundäres Dickenwachstum wirklich vorliegt, so muss ein solches an den auftretenden Strukturen auch ohne Vergleichungsmaterial zu erkennen sein; die Ausstrahlung von Parenchym und Sklerenchym rings um die nicht-wachsenden Teile, die tangentiale Ausdehnung der Rindenzellen, im allgemeinen die Verteilung der verschieden geformten Zellen auf den Querschnitt muss uns genügenden Aufschluss geben.

Ich habe dazu von denjenigen vier Stellen, an denen der Stamm in Buitenzorg gemessen worden war, Querschnitte angefertigt; die Herstellung von Übersichtszeichnungen war natürlich nicht erforderlich.

Im untersten Querschnitt beobachtete ich folgendes. Die Rindenzellen sind hier alle tangential gedehnt, bis 150 μ, während der radiale Durchmesser nur etwa 30 μ beträgt.

Im Zentralzylinder ist im Aussenteil das Parenchym ebenfalls aus gedehnten Zellen aufgebaut, deren Längsrichtung so gelagert ist, wie es auch in den vorigen Palmen mit sekundärem Dickenwachstum der Fall war. Die Fibrovasalstränge des Aussenteils haben einen Kern von dünneren Sklerenchymfasern und eine Randzone von dickeren Fasern mit gedehntem Querschnitt, welche sämtlich von dem Kern ausstrahlend gelagert sind.

Im Innenteil strahlt das Parenchym deutlich ringsum von den Fibrovasalsträngen aus; ausserdem kommen grosse Interzellularräume vor, welche von bis 10 Parenchymzellen umgeben sind. Die Fibrovasalstränge des Innenteils haben nur einen Sklerenchymkern, keine Randzone; der Übergang zwischen den Fibrovasalsträngen des Aussenteils und denjenigen des Innenteils ist wie bei *Actinophloeus* ein ziemlich schroffer.

Alle diese Erscheinungen beweisen unverkennbar, dass hier ein sekundäres Dickenwachstum vorliegt. Um so merkwürdiger ist es, dass in den höheren Querschnitten die Verhältnisse sich allmählich ändern, indem augenscheinlich das Dickenwachstum nur unten deutlich auftritt und nach oben bald abnimmt und schliesslich nicht mehr auftritt.

Der zweite Querschnitt in 0,5 m Höhe zeigt von den charakteristischen Erscheinungen des Dickenwachstums noch folgendes. Die meisten Rindenzellen sind etwa isodiametrisch, indes kommen auch noch einzelne radiale Bänder von tangential gedehnten Zellen vor. Das Parenchym des Aussenteils des Zentralzylinders ist ebenfalls grösstenteils isodiametrisch; die am meisten gedehnten Zellen sind $1^1/_2$, selten 2 mal so lang als breit. Diese geringe Zellstreckung ist aber noch in denjenigen Richtungen aufgetreten, welche das Dickenwachstum bedingt, also ausstrahlend von den Gefässteilen mitsamt den Sklerenchymkernen. Die Fibrovasalstränge des Aussenteils haben in ihrem Sklerenchymteil noch einen Kern und eine Randzone; in letzterer sind die Fasern aber fast ohne Ausstrahlung; die Fasern sind auf dem Querschnitt fast ganz isodiametrisch.

Im Innenteil sind die Parenchymzellen meistens rundlich, die gestreckten sind nur bis zweimal so lang wie breit. Die Fibrovasalstränge des Innenteils gehen viel allmählicher in denjenigen des Aussenteils über als in 0,1 m Höhe.

Der dritte Querschnitt in 1 m Höhe zeigt dieselben Erscheinungen, nur noch schwächer, zum Teil nur mit Mühe erkennbar; der vierte Querschnitt endlich ist völlig frei davon. Alle Parenchymzellen sind dort rundlich, ungestreckt, das Sklerenchym zeigt nirgends einige Strahlung. Bemerkenswert ist, dass

die Interzellularen des Innenteils gerade wie in den drei vorigen Schnitten von vielen Parenchymzellen umgeben sind; ich zählte bis neun. Im Aussenteil ist zwar noch in den Sklerenchymbelagen ein Kern von dünneren und eine Randzone von dickeren Fasern, diese letzteren sind aber ebenso rundlich wie die ersteren. Der Übergang zwischen den Fibrovasalsträngen des Aussenteils und denjenigen des Innenteils erfolgt ganz unmerkbar.

Durch diese Untersuchung, die erst ausgeführt wurde, nachdem die ersten Bogen dieser Abhandlung schon gedruckt worden waren, ist also die auf S. 23 erwähnte Meinung, dass das Dickenwachstum hier wenigstens zum Teil Ursache der gefundenen Erscheinungen sein müsste, durchaus bestätigt; die dort ebenfalls geäusserte Vermutung, dass der grössere Umfang der älteren Stämmchen vielleicht auch aus einem Rückgang der Gruppe erklärt werden müsste, erhält hier gleichfalls ihre Bestätigung. Denn in 2 m Höhe, wo nach dem hier gefundenen kein Dickenwachstum besteht, fanden wir dennoch die älteren Stämme am dicksten; letzteres ist also keine Dickenwachstumserscheinung, sondern nur durch Ernährungsunterschiede bedingt. Diese Unterschiede haben aber selbstverständlich nicht nur in 2 m Höhe, sondern auch schon eher ihre Wirkung ausgeübt.

Die auf den ersten Blick etwas sonderbare Tatsache, dass das Dickenwachstum sich nur unten im Stamme einstellen würde und oben nicht, ist meines Erachtens nicht so befremdend, wenn man die so sehr verschiedenen mechanischen Ansprüche, welche in seinen verschiedenen Teilen an den Stamm gestellt werden, gedenkt; diese Tatsache ist direkt mit derjenigen zu vergleichen, dass bei *Actinophloeus* in 0,95 m die Fibrovasalstränge des Aussenteils grösser und mit mehr Sklerenchymfasern als unten ausgebildet werden, aber in geringerer Zahl.

Dass hier übrigens in 2 m Höhe kein sekundäres Dickenwachstum vorkommt, wird noch durch die folgende sehr einfache Beobachtung unterstützt. Die Länge und Dicke der höchsten Internodien des Stammes verhielten sich wie folgt.

	Freie Internodien des Stammes					Umhüllte Internodien		
Nr. (von unten ab gezählt)	n	n + 1	n + 2	n + 3	n + 4	n + 5	n + 6	n + 7
Länge	10 cm	11½	11	10	9½	9	6	4½
Umfang	12 cm	11½	11½	11	11	10	9½	9

Das Internodium n + 5 ist augenscheinlich ganz ausgewachsen; dasjenige, das mit n + 6 bezeichnet worden ist, ist in die Dicke nahezu oder ganz ausgewachsen, der Länge nach augenscheinlich noch nicht; auch n + 7 braucht nur noch wenig in die Dicke zu wachsen, in die Länge jedoch muss es noch stark zunehmen. Wenn also das Längenwachstum in dieser Höhe länger andauert als das Dickenwachstum, so ist letzteres ganz primär, und es kommt kein sekundäres Dickenwachstum vor.

X. Kapitel. Pinanga patula.

Von dieser Palme, von der wir auf S. 71 erkannten, dass kein Dickenwachstum vorliegt, erhielt ich in Buitenzorg Stamm Nr. 16 aus der Tabelle von S. 70; der Stamm werde in 6 Teile zerlegt und ganz konserviert. Querschnitte wurden hergestellt von zwei Höhen, nämlich von 0,1 m und von 2,44 m; weil der Stamm bis an die Blattscheiden 2,43 m hoch war, ging letzterer Schnitt also durch das niedrigste der noch umhüllten Internodien. Dieses wurde deshalb gewählt, weil es zugleich das höchste Internodium war, das schon ausgewachsen war, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

	Freie Internodien des Stammes					Umhüllte Internodien		
Nr. (von unten ab gezählt)	n	n + 1	n + 2	n + 3	n + 4	n + 5	n + 6	n + 7
Länge	2 cm	2	2	2	2	2	1¾	0,8
Durchmesser	14 mm	14	13	12	12½	12	11	7

Aus diesen Zahlen geht mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass das Längenwachstum und das Dickenwachstum hier zu gleicher Zeit aufhören, m. a. W. dass hier kein sekundäres Dickenwachstum vorkommt. Das Internodium Nr. n + 7 ist sicherlich noch nach beiden Richtungen unausgewachsen, n + 6 ist

nahezu fertig gestellt, vielleicht schon ganz, n + 5 wächst jedenfalls nicht mehr, weder in die Länge noch in die Breite.

Dementsprechend finden wir, dass in dem obersten Querschnitt alle Parenchymzellen in Rinde, Aussen- und Innenteil rundlich sind; die Interzellularen sind klein und bedeutungslos, das Sklerenchym ist überall differenziert, und die Fasern auf dem Querschnitt sind rundlich, ein Unterschied zwischen Rand- und Kernfasern ist nirgends vorhanden; Dickenwachstumserscheinungen liegen somit nicht vor.

Der Querschnitt auf 0,1 m zeigt jedoch etwas andere Verhältnisse. Rinde und Aussenteil sind zwar wie bei dem höchsten Querschnitt ausgebildet, im Innenteil finden wir aber im Parenchym eine deutliche Zellstreckung, welche die einzelnen Zellen bis etwa zweimal so lang als breit macht; dazu strahlen diese Zellen deutlich von den Fibrovasalsträngen aus und sind Interzellularen bis Zellgrösse in grosser Zahl vorhanden. Es hat hier somit zur Zeit ein deutliches Dickenwachstum stattgefunden, und es fragt sich nun zunächst, ob dieses ein sekundäres oder ein primäres gewesen ist. Die Ausstrahlung der Zellen um die Fibrovasalstränge herum beweist nun deutlich, dass dieses Wachstum stattfand, nachdem die Fibrovasalstränge schon aufgehört hatten, sich zu verdicken; analog den Verhältnissen bei den anderen Palmen kann man schliessen, dass diese Fibrovasalstränge nur zu wachsen aufhörten, weil sie ihre Gefässe und ihr Sklerenchym differenzierten; dieses findet aber erst nach beendetem Längenwachstum statt. Es muss also in diesen Stammesteilen in dem Innenteil ein sekundäres Wachstum stattgefunden haben. Dieses Ergebnis steht gar nicht im Widerspruch zu dem, was wir S. 71 fanden, dass hier in 0,1 m Höhe k e i n Dickenwachstum vorkommt; denn die hier gefundene Erscheinung gehört gewiss zu denjenigen, welche sich noch innerhalb der umhüllenden Blattscheiden abspielen; wenn der Stamm frei zu Tage tritt, ist es schon abgelaufen, und auf dieses letztere Stadium beziehen sich alle Angaben des ersten Teiles. Merkwürdiger ist es aber, dass wir hier im Innenteil ein sekundäres Dickenwachstum finden, während Rinde und Aussenteil

davon keine Spuren zeigen. Die sehr schmalen Parenchymstreifen zwischen den Fibrovasalsträngen des Aussenteils zeigen nicht die geringste tangentiale Ausdehnung, das Sklerenchym der Fibrovasalstränge zeigt keine Ausstrahlung.

Ich schliesse daraus, dass hier in den basalen Teilen des Stammes das Längenwachstum der Internodien schon bald erlischt; die Fibrovasalstränge des Innenteils differenzieren sich dann am ersten, während in Rinde und Aussenteil alles noch unverdickt bleibt und die Gefässe noch untätig sind. In diesem Stadium findet dann ein nicht sehr starkes sekundäres Dickenwachstum statt, das in Rinde und Aussenteil, wo alles noch wachstumsfähig ist, keine Formänderungen der Zellen hervorruft, im Innenteil dagegen die bekannte strahlenförmige Anordnung der gedehnten Parenchymzellen um die Fibrovasalstränge herum bedingt. Um diesen Schluss zu prüfen, wäre natürlich ein anderes Material, als mir zu Gebote stand, erforderlich, da in den höheren Stammesteilen die Sache sich anders verhält.

XI. Kapitel. Pinanga coronata.

Auf S. 67 fanden wir, dass diese Art kein Dickenwachstum besitzt (wenigstens nicht in den freien Stammesteilen, wie immer); das mitgebrachte Material beschränkt sich auf einem ganzen Stamm und zwar Nr. 6 von der Gruppe von V H 42, es war somit das kräftigste Exemplar der Gruppe.

Von den höchsten Internodien des Stammes fand ich:

	Freie Internodien			Umhüllte Internodien				
Nr. (von unten ab gezählt)	n	n + 1	n + 2	n + 3	n + 4	n + 5	n + 6	n + 7
Länge	5 cm	5	5	4½	3½	4	4	3½
Durchmesser	39 mm	39	39	38	37	34	30	25

Internodien n + 8 mit allen weiteren noch vorhandenen waren zusammen etwa 1 cm lang. Aus diesen Zahlen folgt wieder mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass, nachdem das Längenwachstum beendet ist (Nr. n + 7 ist wohl schon ausgewachsen),

noch ein ziemlich lang andauerndes Dickenwachstum stattfindet, das aber schon erlischt, bevor die Blattscheiden abfallen; dass wir im ersten Teil kein Dickenwachstum fanden, stimmt also sehr gut dazu.

Anatomisch müssen wir also die Anzeichen des sekundären Dickenwachstums erwarten, obwohl wir es früher an den freien Stammesteilen augenscheinlich vermissten. Die Untersuchung hat dieses durchaus bestätigt, und zwar finden wir analog dem bei den vorigen Arten gefundenen, dass dieses sekundäre Wachstum unten am Stamme etwas stärker auftritt als in den höheren Teilen.

Die beiden untersuchten Querschnitte waren aus einer Höhe von 0,15 und von 1,72 also durch eines der untersten Internodien und durch das höchste freie Internodium.

Der unterste Querschnitt zeigt folgende Dickenwachstumserscheinungen. In der Rinde, deren Zellen grossenteils rundlich sind, strecken sich etliche Bänder von tangential-ausgedehnten Zellen in radialer Richtung aus. Das Parenchym des Aussenteils ist fast ganz isodiametrisch, Bänder von gedehnten Zellen fehlen, die geringe Zellstreckung, welche zu beobachten ist (nur einzelne Zellen sind zweimal so lang als breit), ist aber nach denjenigen Richtungen, welche das Dickenwachstum bedingt, entwickelt. Die Fibrovasalstränge haben in ihrem Sklerenchym einen verhältnismässig kleinen Kern und eine grosse Randzone; die Fasern der Randzone zeigen aber kaum merkliche Andeutungen einer Ausstrahlung von dem Kerne aus, die Fasern sind auf dem Querschnitt rundlich. Im Innenteil, wo den Fibrovasalsträngen eine Randzone wieder abgeht, zeigt das Parenchym deutlich die Spuren eines weit stärkeren Dickenwachstums, als wir es nach der Rinde und dem Aussenteil erwarten würden: die Parenchymzellen sind stark gedehnt, bis fünfmal so lang als breit und strahlen ausnahmslos von den Fibrovasalsträngen (und von den hier sehr zahlreichen Sklerenchymsträngen) ringsumher aus.

Wir finden hier also in Rinde und Aussenteil schwache, im Innenteil starke Abzeichen eines sekundären Dickenwachstums,

während wir bei *Pinanga patula* nur im Innenteil solche Abzeichen fanden. Natürlich ist dieses hier der nämlichen Ursache wie dort zuzuschreiben, d.h. einer etwas verspäteten Differenzierung von Rinden- und Aussenteilbündeln.

Der höchste Querschnitt zeigt genau dieselben Erscheinungen wie der niedrigste, nur sind alle Dickenwachstumserscheinungen etwas geringer als unten, die Parenchymzellen des Innenteils erreichen z.B. nur eine Länge, welche dreimal so gross ist als ihre Breite.

XII. Kapitel. Zusammenfassung und allgemeine Betrachtungen.

Nachdem wir im ersten Teil vorliegender Arbeit die Verbreitung und die Ausdehnung des sekundären Dickenwachstums bei den Palmenstämmen wenigstens in den Hauptzügen bestimmt hatten, sollte der zweite Teil uns zeigen, in welcher Weise dieses Dickenwachstum vorsichgeht. Und weil nun, ebenso wie von *Pandanus* [1]) auch von solchen Palmen, bei denen gar kein andauerndes sekundäres Dickenwachstum vorkommt, trotzdem in der Literatur ein solches eingehend beschrieben worden ist [2]), so kann man mit Recht fordern, dass die anatomische Untersuchung klare, unzweideutige Ergebnisse liefere.

Ich glaube nun, dass vorliegende Untersuchungen dieser Forderung Genüge leisten können und dass das Wesen des sekundären Dickenwachstums bei den Palmen dadurch hinreichend aufgeklärt worden ist.

Zunächst möchte ich hier bemerken, dass dort, wo nach den Messungen unzweideutig ein Dickenwachstum vorhanden war (*Actinophloeus*, *Caryota*, *Livistona*, *Oreodoxa*), auch immer die als dadurch bedingt betrachteten anatomischen Erscheinungen zu beobachten waren, während umgekehrt, wo kein Dickenwachstum vorhanden war, solche nicht auftraten. Letzteres galt jedoch nur

---

1) Vergl. J. C. Schoute. Über die Verdickungsweise des Stammes von Pandanus. Diese Annalen Vol. 21, 1907.

2) von M. Barsickow, vgl. weiter unten.

mit gewissen Beschränkungen; gerade durch diese Beschränkungen aber sind unsere Kenntnisse des Dickenwachstums vervollständigt und vertieft worden. Wenn nämlich, wie z.B. bei *Pinanga coronata*, das sekundäre Dickenwachstum so kurz andauert, dass es vor dem Abfallen der Blattscheiden schon erlischt, so ist durch die Messung der freien Stammesteile ein solches niemals zu finden; die Art wird dann als eine ohne Dickenwachstum registriert. Die anatomische Untersuchung deckt uns aber auch dieses kurz andauernde sekundäre Dickenwachstum deutlich auf, und die Messung der von den Blattbasen befreiten jungen Internodien bestätigt das gefundene vollständig. Obwohl zwischen einem solchen kurz andauernden und einem länger währenden Dickenwachstum ein prinzipieller Unterschied nicht besteht, so werde ich doch im folgenden ersteres als ein früh-sekundäres, letzteres als ein spät-sekundäres Dickenwachstum andeuten. Alle im ersten Teil erhaltenen Resultate beziehen sich somit nur auf dieses spät-sekundäre Dickenwachtum; viele der dort als nicht sekundär in die Dicke wachsend bezeichneten Arten können ein früh-sekundäres Dickenwachstum besitzen. Die beiden Arten, welche als Beispiele dickenwachstumsloser Palmen eingesammelt worden waren (*Pinanga coronata* und *P. patula*), hatten beide früh-sekundäres Wachstum; die erstere Art in allen ihren Teilen, die zweite nur unten im Stamme, und dazu war es nur im Innenteil des Zentralzylinders zu erkennen.

Bei denjenigen Arten, von denen das Vorhandensein eines Dickenwachstums nach den Messungen nicht ganz feststand (*Pinanga maculata* und *Areca triandra*), hatte die letztere ein gutes andauerndes Dickenwachstum, aber nur in den unteren Stammesteilen; bei *Pinanga maculata* fanden wir, dass ein ganz minimales Dickenwachstum vorhanden war, von dem nicht feststand, ob es früh- oder spät-sekundär war.

Um nun die Dickenwachstumserscheinungen zusammenfassend zu beschreiben, ist es in erster Linie erforderlich, den Anfangszustand, der bei allen Palmen der Hauptsache nach derselbe ist, zu beschreiben.

Die Epidermis besteht in allen untersuchten Arten aus einer einzigen Zelllage, von denen die Zellen eine nach aussen vorgewölbte Wand besitzen; diese Wand ist meistens stärker verdickt als die übrigen Wände.

Das Rindenparenchym ist anfangs immer ein gleichmässiges Gewebe von etwa isodiametrischen Zellen, in dem zahlreiche Fibrovasalstränge und Sklerenchymstränge eingebettet sind. Das Sklerenchym dieser Stränge ist zur Zeit, wenn das Längenwachstum noch nicht abgelaufen ist, natürlich noch unverdickt, die Fasern sind auf dem Querschnitt isodiametrisch und sind in den verschiedenen Teilen eines Sklerenchymstranges oder -belages etwa gleich dick.

Im Zentralzylinder unterscheiden wir einen Aussenteil, wo die Fibrovasalstränge gedrängt stehen, und einen Innenteil, mit wenig Fibrovasalsträngen. In beiden Teilen ist das Parenchym gleichartig und aus isodiametrischen Zellen aufgebaut. Die Fibrovasalstränge haben im Aussenteil bekanntlich eine etwas andere Zusammenstellung als im Innenteil; wir finden das z.B. schon bei von Mohl deutlich beschrieben [1]). Die meisten Fibrovasalstränge des Aussenteils haben einen starken Sklerenchymbelag und einen kleinen Gefässbündel, der keine protoxylematischen Elemente enthält. Dazwischen finden wir aber einzelne grössere Stränge bei denen vor allem das Gefässbündel stärker ist, und welche viel Protoxylem führen. Diese sind die neu eingetretenen Stränge, welche schräg nach unten und innen verlaufen; jene sind die unteren Enden der Fibrovasalstränge höher gestellter Blätter. Etwas mehr nach innen im Aussenteil verwischt sich der Unterschied beider Strangformen, und der Sklerenchymbelag nimmt von beiden ab; im Innenteil haben die Fibrovasalstränge nur verhältnismässig kleine Sklerenchymteile und grosse Gefässbündel, in welchen das Protoxylem gewöhnlich nicht fehlt. Das Sklerenchym aller Fibrovasalstränge, sowie das von etwa vorkommenden Sklerenchymsträngen, ist homogen und auf dem Querschnitt aus isodiametrischen Fasern gebildet.

1) Auf S. 138 in „Ueber den Bau des Palmenstammes", Vermischte Schriften. Tübingen 1845.

Diesen Zustand, den ich den primären nennen möchte, finden wir, soweit mir bekannt ist, immer bis zu dem Punkt erhalten, wo das Längenwachstum aufhört. Das primäre Dickenwachstum, das bis hier vorkommt, ändert an den Zellformen und der Zellanordnung, soweit ersichtlich ist, nichts; nur eine einzige Änderung kann schon auftreten, dass nämlich das Parenchym des Innenteils, ohne die isodiametrische Form der Zellen einzubüssen, zahlreiche grosse Interzellularen zu bilden anfängt; ich komme darauf aber noch zurück.

In demjenigen Stadium, wo das Längenwachstum beendet ist, fängt aber die Ausbildung der starren Gewebemassen an: des verdickten Sklerenchyms und des Metaxylems. Diese bilden zusammen mit dem von ihnen umschlossenen Phloem, das dann ebenfalls unverändert bleiben muss, ein festes Ganzes, das, was auch ringsumher geschehen mag, nicht mehr wachsen wird.

Denn wir dürfen wohl als feststehend annehmen, dass eine Sklerenchymfaser eines Palmenstammes, die auch nur die dünnste sekundäre Verdickungslamelle ausgebildet hat, nicht mehr im stande ist, die Gestalt dieser Lamelle zu ändern; ein Wachstum in die Länge oder in die Dicke ist ganz und gar ausgeschlossen. Die um die starren Gewebeteile in den Wachstumsrichtungen auftretenden Streckungen der Zellen beweisen deutlich, dass diese starren Teile den Zugwirkungen, welche auf sie ausgeübt werden, nicht nachgeben; ausserdem hat die Messung von genau vergleichbaren Fasern aus älteren und jüngeren Stämmen ein Wachstum immer nur dann ergeben, wenn in dem jüngeren Stamm die Fasern noch unverdickt waren.

Dieses Ergebnis stimmt nicht mit den von Fräulein Tine Tammes [1]) bei den Flachsfasern erhaltenen Ergebnissen überein; diese Fasern können noch nach hervorgegangener Wandverdickung in die Dicke und in die Länge wachsen [2]). Dieser Unterschied ist wohl in der verschiedenen Substanz, welche in den Fasern des Flachses und der Palmen abgesetzt wird, be-

---

1) Tine Tammes. Der Flachsstengel, Natuurk. Verh. van de Holl. Maatsch. d. Wet., 3e Verz., Deel VI, 4e stuk, Haarlem 1907.
2) l. c. S. 256.

gründet; wie Fräulein Tammes schon bemerkt, ist der Fall von *Linum* ein seltener Ausnahmefall.

Wenn nun die verdickten Gewebeteile nicht mehr wachsen können, so versteht es sich, dass die Strukturen, die nun auftreten werden, von dieser Differenzierung stark beeinflusst werden. Der einfachste Fall ist der, dass alle Sklerenchymfasern sich etwa zu gleicher Zeit, und zwar gleichzeitig mit dem Metaxylem, differenzieren.

Wenn dann noch ein sekundäres Wachstum stattfinden soll, so muss es bloss durch Vergrösserung der Parenchymzellen geschehen. Weil nun aber die Parenchymstreifen zwischen den äusseren Fibrovasalsträngen des Aussenteils ganz schmal sind, und es nicht wahrscheinlich ist, dass diese sich durch tangentiales Wachstum zu breiten Bändern ausdehnen werden, so muss dieses sekundäre Wachstum naturgemäss ein beschränktes sein; in dem einzigen Fall, in dem wir es beobachtet haben (*Pinanga maculata*), war es, obwohl unverkennbar vorhanden, ganz bedeutungslos.

Eher wird man noch erwarten, dass das Parenchym nach stattgehabter Verdickung aller Sklerenchymfasern ebenfalls unverändert bleiben wird oder wenigstens nicht mehr wächst; dieses ist der bei *Areca triandra* und *Pinanga patula* in den höheren Stammesteilen beobachtete Fall, wo der primäre Zustand unverändert fortbestehen bleibt.

Es kann auch sein, dass die Fibrovasalstränge (und Sklerenchymstränge) nur im Innenteil ihre harten Teile ausbilden, während in Rinde und Aussenteil keine Differenzierung auftritt; wir werden dann, wenn das Dickenwachstum noch anhält, in Rinde und Aussenteil eine Vergrösserung aller Teile ohne Formveränderung erwarten, im Innenteil dagegen muss in dem Parenchym Zellstreckung auftreten durch die Zugwirkungen, welche von den nicht mitwachsenden Fibrovasalsträngen ausgehen. Dieser Fall ist bei *Pinanga coronata* und in den unteren Stammesteilen bei *P. patula* verwirklicht. Ein solcher Vorgang, der die wichtigsten Teile des Stammes ganz weich bleiben lässt, ist natürlich ganz ungeeignet für spät-sekundäres Wachstum; bei beiden Arten kommt auch nur früh-sekundäres vor.

Der umgekehrte Fall, dass die Sklerenchymteile von Rinde und Aussenteil sich verdicken und diejenigen des Innenteils noch nicht, würde natürlich keinen Zweck haben; als zweckmässige Vorgänge sind nur noch zu denken, entweder dass nach dem Aufhören des Längenwachstums noch eine Zeitlang alle Teile unverdickt und weich bleiben, während ein früh-sekundäres Wachstum den Durchmesser des Stammes noch vergrössert, oder dass schliesslich von jedem Fibrovasal- oder Sklerenchymstrang ein Teil sich differenziert, während ein anderer Teil unverdickt und noch wachstumsfähig bleibt. Ob die erste Möglichkeit in der Natur verwirklicht ist, kann ich nicht sagen; wahrscheinlich wird aber die Ausbildung fester Teile immer wohl sofort nach Beendigung des Längenwachstums auftreten; die zweite Möglichkeit ist aber gerade diejenige, welche das spät-sekundäre Wachstum ermöglicht. Denn ein Stamm, der frei zu Tage tritt und die ganze Krone tragen muss, und dazu noch sich selbst gegen alle äusseren Einflüsse (Tierfrass z.B.) schützen muss, kann nicht ganz aus jugendlichen weichen Geweben bestehen; es müssen da namentlich in den peripheren Teilen bedeutende mechanische Gewebepartien in voller Ausbildung vorhanden sein.

Wir finden daher bei allen Arten mit deutlichem spät-sekundärem Dickenwachstum ziemlich genau dasselbe; die Folge, in der die verschieden gelagerten Sklerenchymfasern sich differenzieren, ist gar keine willkürliche, sie hängt vielmehr mit den mechanischen Anforderungen, welche an den Stamm gestellt werden, innig zusammen und kann deshalb nur in ganz untergeordneten Punkten variieren.

Diese Folge ist nun so: im allgemeinen differenzieren sich sofort, oder jedenfalls sehr bald nach dem Aufhören des Längenwachstums, etwa zu gleicher Zeit alle Metaxylem- und Metaphloemelemente, die Sklerenchymstränge in ihrer Gesamtheit, die Sklerenchymbeläge aller Rindenfibrovasalstränge, und die „Kerne" der Sklerenchymbeläge der Fibrovasalstränge des Zentralzylinders. Diese „Kerne" sind Teile von sehr verschiedenen Grössen; bald sind sie nur eine einzige Faserschicht dick, bald

nehmen sie fast den ganzen Sklerenchymbelag ein. Stets grenzen die Kerne an die Phloemstränge, und die Differenzierung der Fasern verbreitet sich dann später von diesem Kern ausgehend nach aussen; bei den Fibrovasalsträngen der Rinde, wo ein solcher Kern nicht besteht, fängt die Differenzierung der Fasern öfters gerade an der Peripherie des Belags an. Die relative Grösse der Kerne ist auch wieder gewissen Regeln unterworfen; so finden wir bei *Caryota*, dass am Aussenrand des Zentralzylinders ein grosser Kern und eine kleine „Randzone" zusammen den Sklerenchymbelag bilden; weiter nach innen nimmt die Randzone auf Kosten des Kernes schnell zu, um später in dem Innenteil wieder stark abzunehmen und schliesslich ganz zu schwinden; der Kern bleibt dann allein übrig, erhält aber die Grösse der Kerne der äussersten Stränge nicht wieder. Bei *Actinophloeus* und *Livistona* findet sich keine so starke Variation; bei *Actinophloeus* nimmt die Randzone in der Nähe der Grenze des Innenteils stark ab und schwindet ganz; bei *Livistona* nimmt die Randzone nach innen nur etwas ab.

Von den hier gegebenen Regeln sind mir nur zwei Ausnahmen bekannt, welche sich beide darauf beziehen, dass auf einem Querschnitt, auf dem sonst alle Gefässbündel völlig ausgebildet sind, dennoch gewisse Fibrovasalstränge ganz oder grossenteils undifferenziert bleiben, auch in ihrem Gefässbündel. Der einen Ausnahme begegneten wir bei *Actinophloeus*, wo der Stamm an der Schattenseite in seinem Dickenwachstum stark gehemmt wurde, und zwar so stark, dass auf dem untersten Querschnitt des jüngeren Exemplares, in 96 cm Entfernung von dem Scheitel, noch mehrere Fibrovasalstränge weder ihr Phloem, noch ihr Xylem, noch ihr Sklerenchym fertiggestellt hatten. Die zweite Ausnahme, die gewiss von allgemeinerer Bedeutung ist, fand sich bei *Oreodoxa* in dem Exemplar D. Hier war nämlich ein noch tätiger Verdickungsring in denjenigen Internodien, welche nicht mehr in die Länge wachsen, noch längere Zeit vorhanden. Zwischen Rinde und Zentralzylinder werden also noch neue Fibrovasalstränge eingeschaltet; nach der Rindenseite werden solche mit grossen Sklerenchym-

belägen und kleinen Gefässbündeln, nach dem Zentralzylinder solche mit bedeutend grösseren Gefässbündeln gebildet. Nach beiden Seiten waren in den untersuchten Teilen etwa zehn Bündelschichten mit undifferenzierten Gefässbündeln und Sklerenchym vorhanden, erst dann folgten in Rinde und Zentralzylinder die fertigen Stränge: in der Rinde mit verdicktem Sklerenchym, in dem Zentralzylinder nur mit ausgebildetem Gefässbündel; das Sklerenchym blieb, dem starken Dickenwachstum gemäss, hier noch längere Zeit dünnwandig.

Ob nun auf einem Querschnitt ein solcher tätiger Verdickungsring vorhanden sein wird oder nicht, hängt natürlich von zwei Umständen ab: von dem Alter des betreffenden Querschnittes und von der Internodienzahl, welche die im Vegetationskegel gebildeten Fibrovasalstränge durchlaufen. Wenn diese Zahl sehr gross ist, so kann unter Umständen der Verdickungsring noch funktionieren in denjenigen Teilen, wo das Längenwachstum schon aufgehört hat; zumal in basalen Stammesteilen mit gestauchten Internodien ist so etwas zu erwarten. Daher kommt es wohl, dass ich einen solchen Verdickungsring nur in diesem einen jungen Exemplar von *Oreodoxa* gefunden habe; von den anderen Exemplaren untersuchte ich nur höhere Stammesteile mit bedeutend längeren Internodien. Auch in anderen Palmen fand ich nie eine solche Bildung; augenscheinlich ist in nicht mehr in die Länge wachsenden Teilen ein Verdickungsring nur selten vorhanden.

Im allgemeinen können wir also sagen, dass nur in seltenen Ausnahmefällen undifferenzierte Gefässbündel auf dem Querschnitt übrig bleiben, nachdem das Längenwachstum beendet ist; von dem Sklerenchym sahen wir, dass die Ausbildung der Fasern bei den Arten mit spät-sekundärem Dickenwachstum in einer bestimmten angegebenen Folge vorsichgeht.

Ich werde nun zunächst die Veränderungen beschreiben, welche die verschiedenen Gewebe infolge des spät-sekundären Wachstums erleiden, und wir werden dabei finden, dass diese Änderungen völlig von der Wachstumsintensität einerseits, und von der gegebenen Verteilung der starren und der weichen Gewebe-

teile andererseits bedingt werden. Die Wachstumsintensität kann dabei noch denjenigen Unterschied zeigen, dass er in allen Richtungen des Querschnittes etwa gleich stark sein kann, oder dass eine bestimmte Wachstumsrichtung vorherrscht. Letzteres ist im allgemeinen in der Rinde der Fall, wo fast nur tangentiales Wachstum stattfindet, ersteres ist im Zentralzylinder durchweg der Fall.

Wenn das Wachstum nur in einer Richtung vorsichgeht, so werden wir leicht einsehen, dass nicht alle weichen Teile mitwachsen können. Die Parenchymzellen, welche an einen starren Gewebeteil nach aussen oder nach innen in radialer Richtung angrenzen, werden von diesen starren Teilen sehr stark gegen die tangentialen Zugspannungen geschützt; das Wachstum ist hier also jedenfalls gering, an vielen Stellen sogar nicht vorhanden (vergl. z.B. Tafel VII Fig. 2); das Wachstum wird hauptsächlich von den übrigen Parenchymteilen, welche nicht mit starren Teilen auf einem und demselben Radius liegen, geliefert werden müssen.

Etwas verwickelter ist die Sache, wenn das Wachstum in allen Richtungen auftritt; betrachten wir den Fall etwas näher, wo dies nach allen Richtungen gerade gleich stark ist. Die weichen Elemente werden sich dann so strecken müssen, dass ihre längeren Wände von den starren Teilen ausstrahlen; diese Ausstrahlung wird um so deutlicher auftreten, je näher die nicht-wachsenden Teile anfangs aneinander liegen. Wenn ich das Mass der Ausstrahlung A so definiere, das A = Länge : Breite — 1, dass also bei einer isodiametrischen Zelle A = 0, bei einer Zelle die 3 × so lange als breit ist, A = 2, so lässt sich unter der Voraussetzung, dass die starren Teile kreisrund sind, leicht nachweisen, dass die mittlere Ausstrahlung A auf der Verbindingslinie zwischen zwei starren Teilen mit den Radien R_1 und R_2, welche anfangs in einer Entfernung E voneinander liegen, nach einem Wachstum, dass eine Linearvergrösserung W bedingt, nach folgender Formel berechnet werden kann [1]):

---

1) Die Strecke E wird durch das Wachstum zur vergrösserten Strecke V. Nun muss, weil R_1 und R_2 nicht wachsen,

$$A = \frac{(W - 1)\,(R_1 + R_2)}{W\,E}$$

Hieraus ist ersichtlich, dass die Ausstrahlung mit der Summe der Radien proportional und mit der Entfernung umgekehrt proportional ist; mit W ist die Ausstrahlung bei sehr kleinen Werten von W auch fast proportional, sobald W aber einen etwas höheren Wert erhalten hat, nimmt A stets langsamer zu; ob W z.B. 3 ist oder 6, ist für die A fast gleichgültig; A nimmt dann nur noch im Verhältnis von $^2/_3$ bis $^5/_6$ zu.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen können wir die einzelnen Gewebe nacheinander betrachten und ihre Veränderungen durch das spät-sekundäre Wachstum erörtern.

Die Epidermis hat im allgemeinen nur eine beschränkte Fähigkeit, dem Wachstum der inneren Teile zu folgen. Dadurch, dass, wie gesagt, die verdickte Aussenwand nach aussen vorgewölbt ist, kann eine Zeitlang durch Abplattung dieser Wand und durch Wachstum der Innenwand die Zelle sich tangential ausdehnen; zu einem weiteren Wachstum ist die Epidermis aber nicht im stande. Meistens reisst die Epidermis an vielen Stellen ein; bei lang anhaltendem Wachstum schwindet sie. Teilungen habe ich nie in den Zellen beobachtet. Bei *Livistona* hatte die Epidermis schon in dem jüngeren Stamm gerade Aussenwände; weil hier aber schon in dem jüngeren Stamme ein starkes Dickenwachstum sich abgespielt hatte, so wird auch hier in den jüngsten Stadien die Aussenwand der Zellen gewölbt gewesen sein.

Die Rinde enthält, wie vorhin gesagt, nur solche Sklerenchymfasern, welche sich sofort nach Beendigung des Längenwachstums verdicken. Alle Sklerenchym- und Fibrovasalstränge behalten also zeitlebens die ihnen schon in dem primären Zustand verliehene Form; die einzige Änderung, welche sie erfahren können, ist eine nachträgliche Verdickung der Faserwände auf

---

$$V = W\,(E + R_1 + R_2) - (R_1 + R_2)$$

werden, während A in folgender-Weise bestimmt werden kann:

$$A = \frac{V}{W\,E} - 1$$

Durch Substitution von V erhalten wir dann die oben gegebene Formel.

Kosten der Lumina. Das Rindenparenchym hat also die Aufgabe, den ganzen Bedarf an Raumausfüllung der Rinde zu decken; wie schon erwähnt, ist das Wachstum fast ausschliesslich ein tangentiales (Vergl. Tafel V, Tafel VII Fig. 2) und muss in erster Linie durch tangentiale Streckung derjenigen Zellen, welche nicht an die starren Gewebeteile an der Innen- oder Aussenseite angrenzen, besorgt werden.

Wenn eine Rindenzelle sich aber streckt, so werden die ihr nach innen und aussen angrenzenden Rindenzellen sich ebenfalls etwa im gleichen Masse strecken müssen; es versteht sich daher, dass wir überall kürzere und längere radiale Bänder von gestreckten Zellen bekommen.

Wenn das Wachstum nur noch in seinem Anfang ist, so wird die ganze Ausdehnung der Rinde vielfach von einigen wenigen solcher „radialer" Zellreihen besorgt; diese erstrecken sich dann vielfach durch die halbe oder sogar die ganze Rinde und weichen vielfach in einem Bogen den starren Gewebeteilen aus. Später wird das Wachstum dann allgemeiner, sodass schliesslich nur einzelne durch ihre Lage besonders geschützte Parenchymzellgruppen ungestört bleiben; vereinzelt finden wir stets noch hier und da rundliche Zellen auf der Grenze von zwei solchen radialen Bändern. Dieses versteht sich, denn ein regelloses Rindenparenchym lässt sich niemals ohne Überschuss von Zellen in radiale Zellbänder verteilen. Ich brauche kaum hervorzuheben, dass die durch dieses tangentiale Wachstum entstehende radiale Anordnung der Zellen von der radialen Anordnung der aus einem Kambium entstandenen Gewebe grundverschieden ist; ich deute diese Anordnung darum auch als eine pseudoradiale an.

Die Rindenzellen verdicken ihre Wände meistens nicht unbeträchtlich; die sekundären Verdickungslamellen scheinen im Gegensatz zu denen der Fasern dem Wachstum kein Ziel zu setzen. Dass das Wachstum von den verdickten Wänden dennoch gehemmt wird, geht wohl daraus hervor, dass z.B. bei *Oreodoxa* das Wachstum deutlich stossweise vor sich geht und man in einem übrigens gleichmässig dickwandigen Parenchym-

gewebe dort dünnwandige radiale Gewebestreifen beobachtet, die mit Rissen die grösste Ähnlichkeit haben (Tafel VII Fig. 2).

Wenn die tangentiale Streckung der Rindenzellen eine recht starke wird, so treten immer zahlreiche Zellteilungen auf. Die ursprünglichen Parenchymzellen bleiben jedoch fast überall leicht kenntlich; weil der radiale Durchmesser der Zellen sich meist nur wenig verändert, so kann man sich von den stattgehabten Änderungen dadurch eine gute Idee machen, dass man in Gedanken alle tangentialen Durchmesser der ursprünglichen Rindenzellen wieder auf dasselbe Mass wie die radialen Durchmesser zurückbringt.

In den äusseren Rindenschichten finden wir meistens eine stärkere oder geringere Korkbildung; in den Korkschichten treten naturgemäss Längsrisse auf, welche durch eine etwas mehr nach innen greifende Neubildung von Kork wieder gedichtet werden können.

Ein allgemeines schwaches Wachstum in radialer Richtung haben wir bei *Actinophloeus* bemerkt, dieses muss natürlich durch die Parenchymzellen der Rinde bedingt werden, diese Zellen müssen dafür die Kräfte liefern.

Gelegentlich können in der Rinde auch stärkere radiale Wachstumsbestrebungen auftreten; bei *Livistona* fanden wir dieses. Das radiale Wachstum bleibt dann aber auf einzelne bestimmte tangentiale Zellreihen beschränkt; wir finden keine Stellen, wo ein gleichmässiges Wachstum in allen Richtungen stattfindet; augenscheinlich wird dort, wo die Rinde etwas zu dünn wird, der Mangel durch eine rasch erfolgende Streckung einer Zellreihe in der angegebenen Weise beseitigt; die Teile mit radialer und die mit tangentialer Streckungsrichtung liegen regellos gemischt, sie sind aber scharf voneinander zu unterscheiden.

Der Zentralzylinder wächst in allen seinen Teilen entweder gleichmässig (*Caryota, Oreodoxa*) oder am wenigsten im Aussenteil, am stärksten im Innenteil (*Actinophloeus, Livistona*).

In dem Aussenteil bildet nun das Gefässbündel mit dem Kern des Sklerenchyms zusammen eine starre Gewebemasse, die Randzone des Sklerenchyms und das Parenchym stellen die weichen

Gewebe dar. Wir müssen nach dem obengesagten hier also durch das Wachstum eine Ausstrahlung der weichen Gewebe rings um die starren auftreten sehen, und tatsächlich finden wir auch, dass die Randfasern auf dem Querschnitt sich abplatten und in der Randzone sich vom Kern ausgehend strahlig anordnen; auch die an das Gefässbündel angrenzenden Parenchymzellen strahlen von dem Gefässbündel aus. Dennoch ist die Wachstumsrichtung nicht überall diejenige, die wir nach dem vorhergehenden erwarten dürfen; zur Verdeutlichung dessen möge Fig. 77 dienen, in welcher schematisch vier Fibrovasalstränge vor (oben) und nach (unten) dem Wachstum gezeichnet worden sind. In *b* ist punktiert die zu erwartende Zellstreckungsrichtung angegeben worden, in *c* mit Strichlinien die tatsächlich auftretende. Wir sehen dort, dass an mehreren Stellen die Strekkungsrichtunggeradesenkrecht zu derjenigen steht, die man erwartete. Dieser Unterschied lässt sich nun aber leicht erklären. In der Rinde hatten wir augenscheinlich ein passives Wachstum; die Zellen geben den Zugspannungen nach und verdicken nachträglich ihre Wände wieder. Auch im Innenteil des Zentralzylinders ist, wie wir sehen werden, das Wachstum passiv, hier aber im Aussenteil ist der Sitz der treibenden Kräfte. Und zwar müssen wir die treibenden Kräfte ohne Zweifel in die noch unverdickten Sklerenchym-

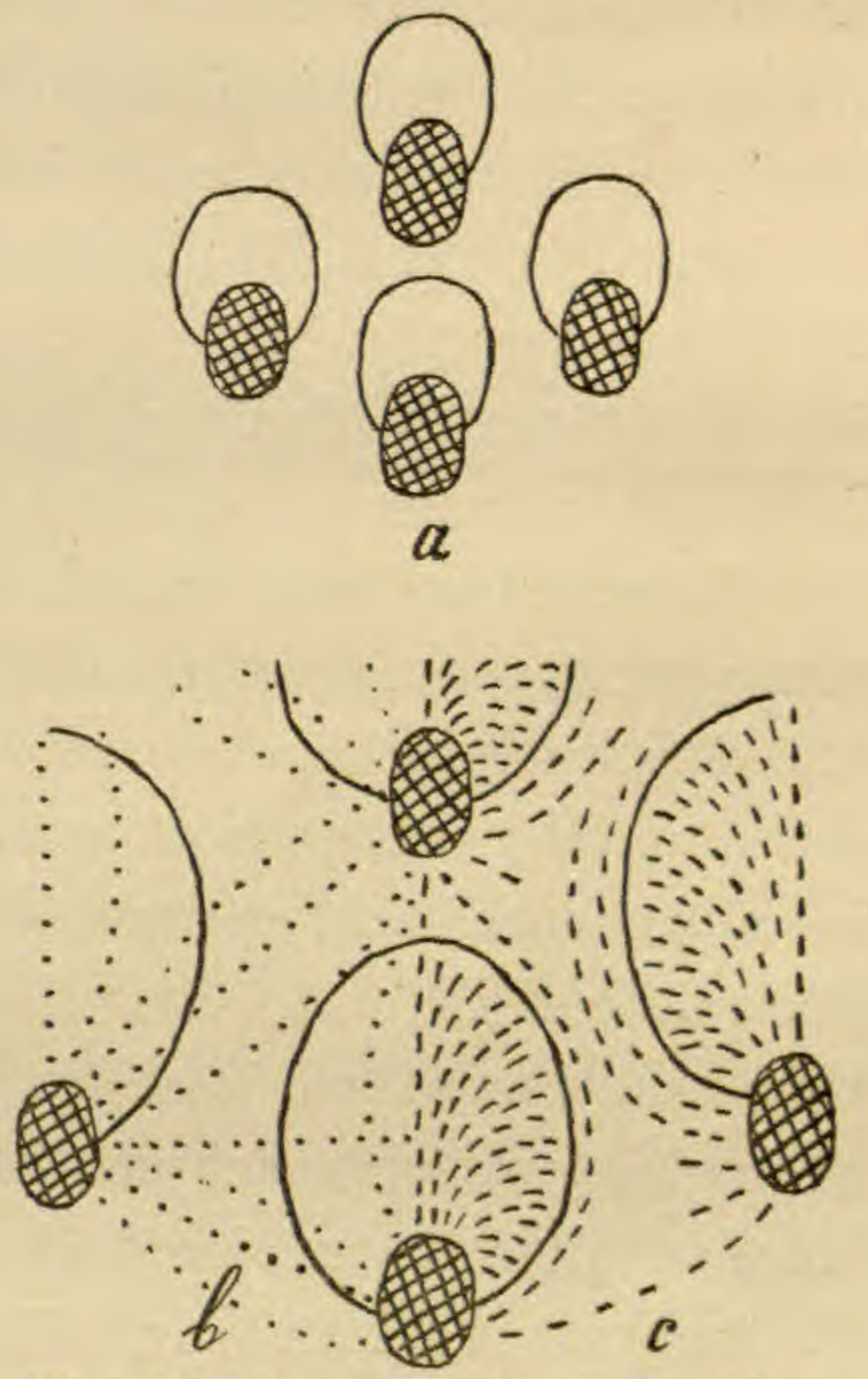


Fig. 77. Schema von den Kraftwirkungen im Aussenteil des Zentralzylinders. *a* primärer Zustand; doppelt schraffiert sind die starren Gewebemassen (Gefässbündel + Sklerenchymkern). In der zweiten Figur links bei *b* die Zellstreckungsrichtung, welche auftreten würde, wenn der Aussenteil durch gleichmässig wirkende Zugkräfte vergrössert würde, rechts bei *c* die tatsächliche Zellstreckungsrichtung.

fasern verlegen; das Parenchym verhält sich auch hier ganz oder wenigstens hauptsächlich passiv. Die Sklerenchymbeläge sind also die eigentlich wachsenden Körper; durch ihre Grössenzunahme üben sie aufeinander sehr bedeutende Druckwirkungen aus, welche durch Vermittelung des dazwischenliegenden Parenchymgewebes übertragen werden. Dieses Parenchymgewebe kann also schwerlich in dieser Richtung auch noch wachsen; wir werden also die radialen Gewebestreifen zwischen den Fibrovasalsträngen weniger wachsen sehen als andere Teile. In der schematischen Figur 77 ist letzteres nicht zum Ausdruck gebracht worden; in den Figuren der Tafeln IV, VIII, IX und XI ist es aber jedesmal deutlich zu erkennen; die Parenchymstreifen sind in den älteren Stadien verhältnismässig schmaler als in den jüngeren. Weil jedoch in der dem Umkreis der Sklerenchymbeläge parallelen Richtung das Wachstum gerade stark ist, so müssen in diesen radialen Parenchymstreifen die Zellen immer in radialer Richtung gestreckt werden. Und weil weiter die Sklerenchymfasern sich naturgemäss am Rande des Sklerenchymbelags senkrecht zu diesem Rande strecken, so stehen die Streckungsrichtungen der aneinander grenzenden Fasern und Parenchymzellen dort senkrecht zu einander. Gerade diese in allen untersuchten Palmen sehr auffallende Erscheinung (Vergl. Tafel IV, V 2, VIII, XI, XII 2) beweist, dass das Wachstum von Parenchym und Fasern von verschiedenen Kräften bedingt ist; die Parenchymzelle wächst passiv, die Faser aktiv. Im Innenteil finden wir dagegen die Streckungsrichtung der Parenchymzellen immer vom Fibrovasalstrang ausstrahlend (Tafel IV, VI 2, VII 1, VIII); Zellen, welche sich in einer Richtung senkrecht zu der der Fasern strecken, kommen nicht vor, weil eben im Innenteil keine Druck-, sondern nur Zugwirkungen auftreten.

Das Wachstum der einzelnen Faser erfolgt immer, wie bemerkt, in dem Stadium, wo die Faser noch ganz dünnwandig ist. Ob dieses Wachstum lange anhält oder rasch vorsichgeht, kann ich nicht sagen; ich habe nur bei *Actinophloeus* einige Zahlen erhalten, welche beweisen, dass dort das Wachstum

der undifferenzierten Fasern lange anhalten kann und augenscheinlich den lokalen Bedürfnissen der Pflanze angepasst ist. Mit dem Wachstum hängt öfters eine Formveränderung der ganzen Faser zusammen, welche darin besteht, dass die regelmässig spindelförmige Gestalt verloren geht; zumal die Spitzen werden ganz unregelmässig, bisweilen sogar ein wenig verästelt: die grosse von den Fasern entwickelte Druckspannung trägt dazu wohl wesentlich bei. Die meisten Fasern verdicken ihre Wände nachträglich bedeutend, und bilden dabei mehrere sekundäre Verdickungsschichten; wenn das Lumen sehr eng geworden ist, tritt oft eine Kammerung der Faser durch eine oder mehreren Querwände auf.

Zwischen dem Sklerenchym und dem Parenchymgewebe kommen öfters die sog. Stegmata vor, eigentümliche kieselhaltige Zellen. Bei *Actinophloeus* entwickeln diese Zellen sich nur zwischen den Parenchymzellen und den Sklerenchymtasern, welche sich sofort differenzieren; an der Peripherie der Randzone fehlen sie somit. Bei *Livistona* und *Oreodoxa* sind sie dagegen auch bei den Randzonen zu finden; wenn die Sklerenchymfasern noch undifferenziert sind, sind die Kristalle schon ganz ausgebildet (Tafel XII Fig. 1, die dunklen Flecke).

Die Gefässbündel widerstehen den auch auf sie ausgeübten Kräften durchgängig vollkommen: das Phloem liegt in geschützter Lage in der Mitte des starren Gewebekomplexes; das Xylem ist hinreichend widerstandsfähig. Nur in zwei Fällen kann das Gefässbündel durch das Wachstum in Mitleidenschaft gezogen werden; in erster Linie dort, wo ein grosses Protoxylem an der Innenseite des Metaxylems weit in das Parenchym hineinragt. Dieses ist bekanntlich bei den gerade aus den Blättern neu eingetretenen Bündeln der Fall; bei *Oreodoxa* und *Livistona* war dieses Wachstum bei allen diesen Bündeln regelmässig zu bemerken. Das Protoxylemparenchym wächst dann in den Zugrichtungen aus (Tafel XII), bei *Oreodoxa* werden die Gefässe vorher noch durch dickwandige Thyllen verstärkt (Tafel XIII).

Den zweiten Fall eines sekundären Wachstums des Gefässbündels bildet die schon erwähnte verspätete Ausbildung des

Phloems und Xylems bei *Actinophloeus* an der Schattenseite des Stammes. Diese Differenzierung findet unter einem geringen Wachstum statt; für das Dickenwachstum des Stammes ist dieser Fall ebenso bedeutungslos wie der vorige.

Das Parenchym des Aussenteils streckt sich in den oben genannten Richtungen. Wird die Zellstreckung eine starke, so treten auch Zellteilungen auf; jedoch nicht so viele wie in der Rinde. Die Wandverdickung ist ebenfalls meistens etwas geringer als in der Rinde.

Der Innenteil des Zentralzylinders wächst passiv, wie oben schon angedeutet wurde. Die Fibrovasalstränge liegen zu weit auseinander, um ihre Druckwirkungen aufeinander übertragen zu können; die Parenchymzellen sind gerade zwischen zwei Fibrovasalsträngen deutlich gestreckt, und zwar ausnahmslos in der Richtung der Verbindungslinie: alles deutliche Hinweise darauf, dass das Wachstum hier in anderer Weise veranlasst wird als im Aussenteil. Wenn aber der feste Hohlzylinder des Aussenteils sich vergrössert, übt er notwendigerweise auf den Innenteil eine gleichmässige Zugspannung aus, welche sehr gut im stande sein wird, die erforderlichen Kräfte für die Ausdehnung der weichen Gewebe des Stamminnern zu liefern. Man könnte daher meinen, dass, wenn dieses so sei, der Aussenteil immer stärker wachsen müsste als der Innenteil, oder wenigstens ebensostark; und dass der Fall von stärkerem Wachstum im Innenteil (*Actinophloeus* und *Livistona*) somit nicht vorkommen konnte. Das ist aber nicht richtig: die Oberflächenvergrösserung des Innenteils wird lediglich bestimmt von dem tangentialen Wachstum des Aussenteils; die Oberflächenvergrösserung des Aussenteils dagegen hängt von dem radialen und dem tangentialen Wachstum des Aussenteils selber ab. Überwiegt im Aussenteil das radiale Wachstum, so wächst der Aussenteil stärker, überwiegt dagegen das tangentiale Wachstum, so muss der Innenteil stärker wachsen [1]).

Die Fibrovasalstränge des Innenteils besitzen entweder eine

---

1) Man vergleiche die Arbeit Emil Detlefsens, Ueber Dickenwachstum cylindrischer Organe. Inaug. Diss. Würzburg, 1877.

Randzone und einen Kern von Sklerenchymfasern, oder alle Fasern sind gleichgeartet und die Randzone fehlt; im ersten Fall beteiligen die Fibrovasalstränge sich noch ein wenig an dem Dickenwachstum, im letzteren nicht. Um so grösser ist hier die Bedeutung des Parenchyms für das Wachstum; nicht nur dass die einzelnen Zellen sich hier sehr stark strecken können, sondern auch durch die Bildung grosser Interzellularräume kann das Parenchym hier sehr vieles leisten. Meistens bleiben eine oder zwei Zellschichten um die Fibrovasalstränge herum etwa unverändert; ringsumher strahlen die Parenchymzellen deutlich aus; sonst ist die Streckungsrichtung der Zellen überall meist eine regellose, ausgenommen auf den Verbindungslinien zwischen zwei Fibrovasalsträngen, wo die Zellstreckung der Verbindungslinie parallel läuft. (Vergl. Tafel IV, VI 2, VII 1, VIII). Auch hier im Innenteil kann die Zellstreckung eine so grosse werden, dass eine allgemeine Zellteilung eintritt.

In diesem Parenchym des Innenteils sind nun, wie gesagt, meistens viele grosse Interzellularen vorhanden. Die Entstehung dieser Gebilde kann noch in verschiedener Weise vorsichgehen, sogar in einer und derselben Pflanze. Wir können dabei vorausschicken, dass die Interzellularen immer schizogen, durch Spaltung von Zellwänden auftreten; diese Spaltung kann aber zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenem Grade stattfinden. In allen Parenchymgeweben finden wir an den Stellen, wo drei oder vier Zellwände zusammenkommen, kleine drei- oder viereckige Interzellularen von einigen μ Grösse. Es kann nun sein, dass diese Bildungen in dem Innenteil schon sehr früh auftreten und dass sie ebenfalls schon früh eine ziemlich grosse Ausdehnung erlangen, dass einzelne schon in dem primären Zustand z.B. wenigstens in einer Richtung etwa Zellgrösse erlangen. Dieses ist bei *Actinophloeus* der Fall; wenn dann später durch das sekundäre Wachstum die angrenzenden Zellen sich strecken, tritt der Interzellularraum als augenfällige Erscheinung in den Vordergrund, ohne dass im wesentlichen etwas an den Interzellularen geändert ist.

Es kann aber auch sein, dass die kleinen Interzellularen von

wenigen μ Grösse sehr lange ganz unverändert bleiben und dass sie erst später durch das sekundäre Wachstum unter nachträglicher Spaltung der Wände sich bedeutend ausdehnen; dieses ist wohl, obschon ich keine sehr jungen Stadien gesehen habe, der Fall bei *Caryota*; während die Zahl der grossen Interzellularen bei *Actinophloeus* konstant ist, nimmt sie hier allmählich zu, weil immer mehr der kleinen Interzellularen so vergrössert werden.

Einer ganz andern Art von Interzellularräumen begegnen wir bei *Oreodoxa* und bei *Areca triandra*; diese sind nämlich nicht wie die vorigen von drei oder vier Parenchymzellen begrenzt, sondern von einer grösseren Zahl, z.B. 8 oder 12. Die Entstehung dieser Luftgänge habe ich bei *Oreodoxa* näher studiert; merkwürdigerweise entstehen sie dort nicht alle in gleicher Weise. Diejenigen dieser Gänge, welche schon angelegt werden, bevor die primäre Zellteilung beendet ist, entstehen aus gewöhnlichen kleinen Interzellularen dadurch, dass die umringenden Zellen alle sich durch eine oder mehreren Wände senkrecht zur Peripherie des Ganges teilen; der so entstandene Interzellularraum wird von einer grösseren Zahl von Parenchymzellen begrenzt und braucht nur noch grösser zu werden. Wenn aber die Zellteilung aufhört, so geht die Bildung der Luftgänge noch weiter; nun aber in anderer Weise, nämlich durch Verschmelzung von z.B. drei der gewöhnlichen kleinen Interzellularen, unter Spaltung der dazwischen liegenden Wände. Der Unterschied zwischen den in verschiedener Weise entstandenen Gängen verwischt sich sehr bald. Wenn der primäre Zustand beendet ist, so finden wir auf dem Querschnitt zahlreiche kleine Interzellularen mit 3 oder 4, grössere mit 5 und mehr, und schliesslich die grössten Interzellularen mit z.B. 12 angrenzenden Parenchymzellen. Das sekundäre Wachstum erstreckt sich zuerst auf die grösseren Gänge, später werden auch die von 4 und 3 Zellen begrenzten noch merklich vergrössert.

Neben der Zellstreckung und der Interzellularenbildung, welche beide für das Dickenwachstum von wesentlicher Bedeutung sind, können wir bisweilen im Parenchym des Innenteils noch mehr

oder weniger zufällige Begleiterscheinungen beobachten, welche aber nicht weniger merkwürdig sind. Als solche werde ich hier das Wachstum der Raphidenzellen, die Bildung von liegenden Raphidenzellen und die Verschliessung der Interzellularen durch Thyllen erörtern.

Raphidenzellen gehören in den Stengeln bekanntlich zu denjenigen Elementen, die am ehesten ihre definitive Gestalt erreichen; man findet sie in den Vegetationskegeln schon ganz nahe dem Vegetationspunkt in voller Ausbildung. Ein nachträgliches Wachstum dieser Zellen ist somit eine sehr unerwartete Erscheinung; dennoch finden wir bei *Actinophloeus* unverkennbar ein solches. Eine grosse Bedeutung kommt der Erscheinung aber nicht zu, das Raphidenbündel und die umhüllende Schleimmasse nehmen an dem Wachstum keinen Teil; die Wand wird aber unter dem Einfluss der von aussen darauf ausgeübten Zugspannungen passiv vergrössert.

Die Bildung liegender Raphidenzellen ist eine Eigentümlichkeit, die wir bei *Oreodoxa* bemerken. Die ursprünglich in dem Vegetationskegel gebildeten Raphidenzellen sind der damaligen Zellstreckungsrichtung gemäss alle in der longitudinalen Richtung gestreckt, ihre Raphiden stehen somit senkrecht. Nachdem das sekundäre Wachstum eingetreten ist und die Parenchymzellen alle in irgend einer horizontalen Richtung gestreckt worden sind, wird die Zahl der Raphidenzellen durch reichliche Neubildung viele Male vergrössert. Alle diese neugebildeten Raphidenzellen haben nun in Anpassung an die veränderten Zustände ihre Raphidenbündel horizontal liegen. Auf einem Längsschnitt sind die beiden Arten von Raphidenzellen, die man als primäre und sekundäre unterscheiden könnte, daher leicht zu erkennen; die sekundären sind bei weitem zahlreicher (Vergl. Tafel XIV).

Die Verschliessung der Interzellularen durch Thyllen ist schliesslich eine Sache, die wir als pathologische Erscheinung bei *Oreodoxa* fanden; die Thyllen waren hier, wie auch das umringende Parenchym, dünnwandig und weich. Bei *Livistona* trat dagegen, wohl als physiologische Erscheinung, die Bildung stark ver-

dickter, steinharter Thyllen auf; eine Erscheinung, die wahrscheinlich zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit des Parenchyms dient und die ihr völliges Gegenstück hat in den ganz ähnlichen Thyllen in den Protoxylemgefässen des Aussenteils von *Oreodoxa*. Diese dickwandigen Thyllen entstehen erst ziemlich spät und füllen die vorhandenen Interzellularen ganz oder teilweise aus; merkwürdig ist dabei die Bildung der Tüpfelkanäle. Dort, wo die Thyllen die normalen Parenchymzellen berühren, ist die Bildung von normalen Tüpfeln natürlich nicht möglich, indem sich in der Wand der Parenchymzelle keine Tüpfel vorfinden. Dort, wo die Längsgrenze von zwei Parenchymzellen an den Interzellularraum anstösst, wo der Interzellulargang also etwas weiter in das Gewebe eindringt, lässt die Thylle ganz kleine Kanäle übrig, die ich Interzellularen zweiter Ordnung genannt habe. In der Wand der Thylle entstehen nun merkwürdigerweise öfters Tüpfel, welche zum Teil also gegen die frühere Interzellularenwandung blind laufen, vorzugsweise aber auf diese Interzellularen zweiter Ordnung gerichtet sind. Die einzigen „normalen" Tüpfel, welche die Thylle besitzen kann, sind solche, welche in Querwänden der Thylle selbst entstehen; in solchen Wänden sind sie auch sehr reichlich vorhanden.

Wenn wir die so erhaltenen Ergebnisse von dem Dickenwachstum der Palmenstämme betrachten, so können wir nicht umhin, die hohe Zweckmässigkeit der Erscheinungen anzuerkennen. Wenn der Stamm noch ganz jung und weich ist, liefert die Rinde mit ihren zahlreichen faserreichen Strängen die so sehr nötige schützende Hülle, und auch wohl einen mechanischen Mantel. Durch die frühe Ausbildung der Fasern kann die Rinde aber nicht aktiv mehr wachsen, sie kann nur unter Dehnung der Parenchymzellen passiv sich erweitern lassen. Der Aussenteil, der die Kraftquelle für das Wachstum bildet und später das mechanisch wichtigste Gewebe darstellt, ist anfangs nur von dünnen starren Gewebesträngen durchzogen, die aber allmählich sich verdicken, wodurch der mechanische Hohlzylinder zugleich an Durchmesser zunimmt; beides sind Momente,

welche die Festigkeit des Stammes vergrössern. Der Innenteil schliesslich, der mechanisch durch seine Lage schon bedeutungslos ist, besteht aus meist dünnwandigem Parenchymgewebe, das passiv mit ausgedehnt wird.

Im ersten Teil haben wir gesehen, dass das sekundäre Dickenwachstum der Palmen gewissermassen als ein auch nach Beendigung des Längenwachstums andauerndes primäres Wachstum betrachtet werden konnte. Und tatsächlich schliessen beide Wachstumweisen sich vollkommen aneinander an; bei beiden ist die Vergrösserung der schon vorhandenen Zellen die Hauptsache. Dass dennoch auf den Querschnittsbildern grosse Unterschiede zwischen dem „primären Zustand" und denjenigen Teilen, wo ein sekundäres Wachstum erfolgt ist, vorhanden sind, rührt nur daher, dass bei dem primären Dickenwachstum alle Zellen des Querschnittes etwa gleichmässig wachsen, sodass nur Vergrösserung, keine Formveränderung der Zellen eintritt; während die Ausbildung der starren Teile nach beendigtem Längenwachstum Ursache ist, dass das sekundäre Wachstum nur unter gewissen bestimmten Formveränderungen der Zellen stattfinden kann. Dass dieses wirklich der einzige Unterschied der beiden Wachstumweisen ist, folgt noch daraus, dass, wenn anfangs nur im Innenteil des Zentralzylinders starre Gewebeteile auftreten, wie bei *Pinanga patula*, auch nur in diesem Innenteil die Anzeichen eines sekundären Dickenwachstums zu finden sind; der Aussenteil, obwohl er natürlich ebensogut sekundär wächst wie der Innenteil, behält dabei die Zellformen des primären Zustandes bei, da keine störenden starren Teile vorhanden sind.

Durch diese Auffassung, dass das sekundäre Dickenwachstum sich als eine Verlängerung des primären Dickenwachstums über die gewöhnliche Dauer hinaus darstellt, wird auch der geringe systematische Wert des sekundären Dickenwachstums begreiflich; bei der einen Art währt das Dickenwachstum ein wenig länger als bei einer anderen, sodass es in dieser Art nicht, in jener wohl zu einem sekundären Dickenwachstum kommt; sogar in einem und demselben Stamm kommt es unten zu sekundärem

Wachstum, oben nicht, wenn die mechanischen Bedürfnisse der Pflanze unten ein stärkeres Wachstum erheischen als oben.

Es ist nun noch die Frage zu besprechen, ob, nachdem wir für das Ausstrahlungsmass der Zellen eine Formel gegeben haben, aus den Querschnitten sich auch zahlenmässig z.B. die Wachstumsgrösse bestimmen lässt, oder ob die beobachtete Ausstrahlung sich auch mit einem berechneten Wert vergleichen lässt, wodurch eine Prüfung der gegebenen Ansichten möglich wäre. Dieses ist nun aber leider nur in beschränktem Masse der Fall, weil die Ausstrahlung selbst bei den einzelnen Zellen sehr ungleich ist, sodass eine Bestimmung eines mittleren Ausstrahlungsmasses mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist.

Mit dieser Vorbedingung werde ich hier zwei Beispiele einer solchen Prüfung der Verhältnisse geben; jedesmal handelt es sich um eine Berechnung der Linearvergrösserung W aus den beobachteten Werten von der Ausstrahlung A, der vergrösserten Entfernung V und den Radien $R_1 + R_2$.

Die Formel von S. 184 muss dafür durch eine andere ersetzt werden, weil die erste Form sich zur Berechnung von W nicht eignet; man wird aber leicht einsehen, dass die Beziehung

$$W = \frac{A\,V}{(A+1)\,(R_1+R_2)} + 1$$

zutrifft [1]).

Das erste Beispiel bezieht sich auf *Pinanga coronata*; eine Berechnung ist hier insoweit von Bedeutung, als wir hier, durch verspätete Ausbildung der starren Gewebeteile im Aussenteil und in der Rinde, in diesen Teilen schwächere Anzeichen eines

---

1) Wir gaben auf S. 184 an, dass

$V = W\,(E + R_1 + R_2) - (R_1 + R_2)$, und ebenfalls

$A = \frac{V}{W\,E} - 1$ ist.

Substitution von W E aus der zweiten in die erste Formel gibt:

$V = \frac{V}{A+1} + (W-1)\,(R_1+R_2)$. Also ist

$W - 1 = \frac{V\,(A+1) - V}{(A+1)\,(R_1+R_2)}$, und

$W = \frac{A\,V}{(A+1)\,(R_1+R_2)} + 1$.

sekundären Dickenwachstums tanden als im Innenteil. Die Ausstrahlung war hier unten im Aussenteil etwa 0,5, im Zentrum 2; oben im Aussenteil 0, im Zentrum 0,7; V war unten etwa 300 bezw. 1500 μ, oben im Zentrum etwa 1000 μ; $R_1 + R_2$ unten etwa 500 bezw. 700 μ, oben im Zentrum 600; W ist nach diesen Zahlen unten 1,2 im Aussenteil, 2,4 im Zentrum; oben 1 im Aussenteil, 1,7 im Zentrum. Diese Zahlen sind natürlich nicht genau; dennoch geben sie den im XI. Kapitel gezogenen Schlüssen eine bessere Begründung.

Das zweite Beispiel bezieht sich auf *Actinophloeus* und stellt einen Versuch dar, von den vier untersuchten Querschnitten die ursprünglichen Grössenverhältnisse kennen zu lernen. In ähnlicher Weise wie oben bestimmte ich dort für das Zentrum des Stammes die Linearvergrösserung W und fand für Querschnitt 1 4,7; für 2 2,3; für 3 1,5; für 4, wo keine Ausstrahlung war, 1. Die Zahlen für den Aussenteil waren durch die ungleichartige Entwickelung von Licht- und Schattenseite noch schwieriger als anderswo zu bestimmen, ich habe dieses deshalb nicht versucht. Wie stimmen diese Zahlen nun zu den früher erhaltenen? Wir fanden auf S. 88, dass der Innenteil von 1 im Vergleich zu dem von 2 eine 4,2-malige Oberflächenvergrösserung erfahren hatte; wenn das lineare Wachstum von 2 hier auf 2,3 bestimmt wird und von 1 auf 4,7, so muss hiernach der Innenteil von 1 $\frac{4,7}{2,3}$ oder 2,0 × so gross sein (linear) als der von 2; eine 4,2-malige Oberflächenvergrösserung stimmt dazu ganz gut.

Für Querschnitt 3 und 4 stimmt die Rechnung weniger gut, nach den hier gefundenen Zahlen sollte für den Innenteil die lineare Vergrösserung 1,5 sein, während wir oben eine 3,5-malige Oberflächenvergrösserung fanden, was also einer 1,9-maligen Linearvergrösserung entsprechen würde. Dieser Unterschied ist, wie ich glaube, nicht zufällig, sondern wesentlich, und wird dadurch veranlasst, dass das jüngere Exemplar in seinen höheren Teilen einen geringen Rückgang aufweist; wenn dieses so ist, so muss natürlich die durch Vergleichung von

Querschnitt 3 und 4 gefundene Oberflächenvergrösserung etwas grösser sein als das reelle Wachstum von 3. Dieser Schluss glaube ich um so eher ziehen zu dürfen, als wir in Querschnitt 4 schon mehrfach Anzeichen einer geringen Degeneration beobachtet haben; ich verweise auf die geringere Zahl der Fibrovasalstränge (S. 88) und auf die geringere Länge der Sklerenchymfasern (S. 116) im Vergleich zu Querschnitt 3.

Wenn wir die hier gefundenen linearen Vergrösserungskoeffizienten der vier Querschnitte als annähernd richtig betrachten, so lässt sich noch etwas anderes daraus herleiten; wir können nämlich eine Schätzung der Durchmesser der vier Stammstücke vor dem Anfang des sekundären Dickenwachstums versuchen.

Weil das Wachstum des Aussenteils geringer ist als das des Innenteils (etwa $^2/_3$ davon), so ist das Wachstum des ganzen Zentralzylinders etwas weniger stark, als die hier gefundenen Zahlen andeuten; wir können vielleicht das Wachstum von 1 auf 4,1, von 2 auf 2,1, von 3 auf 1,4 schätzen. Die Durchmesser der 4 Querschnitte, welche in dem untersuchten Zustande (ohne Epidermis und Rinde) 5,9, 3,4, 3,1 bezw. 1,9 cm waren, müssen hiernach vor dem Dickenwachstum 1,4, 1,6, 2,2 bezw. 1,9 cm gewesen sein. Natürlich ist auch dieses Ergebnis ungenau; ich glaube aber, dass wir dennoch mit ziemlich grosser Gewissheit hieraus schliessen können, dass in 0,95 cm Höhe (Querschnitt 3 und 4) der Stamm dicker ausgebildet wird (2,2 bezw. 1,9 cm) als auf 0,15 m Höhe (1,4 bezw. 1,6 cm). In dem ersten Teil dieser Abhandlung sahen wir nun, dass bei den Arten ohne sekundäres Dickenwachstum die Periode der Stammesdicke so bemessen ist, dass der Stamm in Bodenhöhe am dicksten ist, und nach oben erst schnell, später langsam abnimmt; bei den Arten mit spät-sekundärem Wachstum ist die aus der Periodizität und dem Dickenwachstum resultierende Stammesform genau dieselbe wie bei den anderen Arten. Hier haben wir nun augenscheinlich ein Beispiel, in dem die Periode der Stammesdicke in den unteren Stammesteilen eine zunehmende ist, wo aber das unten stärkere sekundäre Wachstum die erforderliche Form dennoch wieder darstellt. Das Vorkommen von

Arten mit Dickenwachstum ausschliesslich in den basalen Teilen schliesst sich ganz naturgemäss daran an: die Anpassung der Periode der Stammesdicke an die mechanischen Bedürfnisse der Pflanze ist eine Aufgabe, der nur die Pflanzen ohne sekundäres Wachstum gerecht zu werden brauchen. Die Palmen mit sekundärem Wachstum können eher emporschiessen, indem bei ihnen die Endknospe keine so grossen Dimensionen zu erreichen braucht, bevor die Bildung von gestreckten Internodien anfangen kann.

In der Einleitung dieser Arbeit habe ich die früheren Untersuchungen über unser Thema fast nicht berücksichtigt, weil die in diesen Arbeiten ausgeführte Vergleichung höherer und niedrigerer Teile eines und desselben Stammes unrichtig war: die Erscheinungen des Dickenwachstums und diejenige der Periodizität sind bei diesen Untersuchungen nicht ohne nähere Kenntnis voneinander zu trennen. Als Periodizitätserscheinungen, welche bei der Vergleichung höherer und niedrigerer Stammesteile die Ergebnisse beeinträchtigen können, haben wir nun im vorigen mehrere kennen gelernt: bei *Actinophloeus* sind die Fibrovasalstränge des Aussenteils unten zahlreicher als oben, und die grossen Interzellularen sind unten weiter nach aussen im Zentralzylinder verbreitet als oben; bei *Areca triandra* und *Pinanga patula* haben die Fibrovasalstränge des Aussenteils oben keine Randzone, unten dagegen wohl eine solche; alle diese Erscheinungen konnten zu Fehlschlüssen Veranlassung geben.

Nachdem wir nun aber das irrige Element in den diesbezüglichen Untersuchungen erkannt haben, können wir aus denselben noch wohl einige zweifellos richtige Resultate hervorheben.

In erster Linie müssen wir hier dann natürlich nochmals die kleine Schrift Eichlers [1]) berücksichtigen, welche zu lesen, nachdem man die Dickenwachstumsverhältnisse der Palmen kennen gelernt hat, ein wahrer Genuss ist; in aller Kürze findet man hier das Wichtigste der Erscheinung ganz richtig getroffen; obwohl die Vergleichung nicht richtig aufgestellt ist, steht keine einzige unrichtige Tatsache darin (mit Ausnahme des dem *Metro-*

---

1) A. W. Eichler. Über die Verdickungsweise der Palmenstämme. Sitzungsberichte Akad. d. Wiss., Berlin, Bd. 28, 1886, S. 501.

xylon zugemuteten andauernden Dickenwachstums); die tangentiale Dehnung der Rindenzellen und die mit einer Verdickung verbundene Vergrösserung der Sklerenchymfasern sind in ihrer Bedeutung richtig gewürdigt. Die untersuchte *Cocos flexuosa* gehört somit ohne Zweifel ebenfalls zu den Palmen mit spät-sekundärem Dickenwachstum.

M. Barsickow beschreibt in seiner schon vorhin genannten Arbeit [1]) die Stämme von vier Palmen. Zwei davon, *Oreodoxa regia* H. B. K. und *Phoenicophorium Sechellarum* H. Wendl. (nach dem Index Kewensis = *Stevensonia grandifolia* J. Dunc.) besitzen deutlich ein spät-sekundäres Dickenwachstum, indem bei beiden in allen untersuchten Höhen des Stammes dünnwandige Sklerenchymfasern in dem Aussenteil vorkommen. Das Dickenwachstum der ersten Palme kannten wir schon, das der zweiten ist neu für unsere Liste. Weiter wird das Dickenwachstum von *Phoenix reclinata* Jacq. und von *Cocos nucifera* L. beschrieben; beide Palmen haben nach meinen Messungen ein schwaches oder gar kein Dickenwachstum. Bei beiden findet Barsickow die Sklerenchymbeläge auf dem höchsten Querschnitt ganz ausgebildet, was beweist, dass in den höheren Stammesteilen kein merkliches spät-sekundäres Wachstum vorhanden sein kann; seinen Zahlen ist nur zu entnehmen, dass bei *Phoenix* in der basalen Stammesverdickung eine tangentiale Streckung der Rindenzellen auftritt [2]); in diesen Teilen ist also wahrscheinlich lokal ein früh-sekundäres Dickenwachstum vorhanden oder vielleicht sogar ein kurz andauerndes spät-sekundäres. Die von Barsickow gefundene andauernde Vergrösserung von den differenzierten Sklerenchymbelägen von *Phoenix* ist wohl ebenso wie das gleitende Wachstum der Fasern von *Cocos* zu den Fehlschlüssen zu rechnen.

Die von Strasburger untersuchte Palme *Washingtonia filifera* [3]) hat gewiss ein spät-sekundäres Dickenwachstum; nicht nur finden

---

1) M. Barsickow. Über das secundäre Dickenwachstum der Palmen in den Tropen. Verh. phys. med. Ges. Würzburg. N. F. Bd. 34, 1901.

2) l. c. Tabelle A auf S. 221.

3) E. Strasburger. Über die Verdickungsweise der Stämme von Palmen und Schraubenbäumen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 43, 1906, S. 580.

wir, dass auf den höheren Querschnitten viele Sklerenchymteile noch nicht differenziert sind [1]); wir finden auch, dass unter den Parenchymzellen des Grundgewebes „gestreckt elliptische Formen dominierten".

Von Helene Kränzlin ist schliesslich *Euterpe oleracea* untersucht worden [2]), von der das Wachstum durch Messung von vornherein feststand. Sie beschreibt ganz zutreffend die nach und nach erfolgende Ausbildung der Sklerenchymfasern des Zentralzylinders; die von ihr angegebene nachträgliche Vermehrung der Fasern [3]) ist aber ohne Zweifel unrichtig.

Auch aus gelegentlichen Angaben von anatomischen Besonderheiten der Palmenstämme ist bisweilen noch etwas in Bezug auf das Dickenwachstum zu schliessen; so finden wir mehrere Angaben von Zellformen bei von Mohl [4]). Wenn wir dort von *Geonoma simplicifrons*, *Oenocarpus minor* und *Kunthia montana* (nach dem Index Kewensis = *Chamaedorea Lindeniana* H. Wendl.) angegeben finden [5]), dass im Zentrum des Stammes die Parenchymzellen „sehr vergrössert sind" und „in strahlenförmiger Richtung von den Gefässbündeln aus" laufen, so ist das ein deutlicher Beweis für ein früh- oder spät-sekundäres Wachstum; von anderen Palmen wie *Cocos botryophora* und *Diplo-*

---

1) l. c. S. 592.

2) Helene Kränzlin. Über das Dickenwachstum der Palme *Euterpe oleracea*, Ber. d. d. Bot. Ges., Bd. 24, 1906, S. 483.

3) l. c. S. 489.

4) Hugo von Mohl. Vermischte Schriften, Tübingen 1845. Die merkwürdigen Zellformen der Palmengewebe, deren Erklärung aus den Dickenwachstumserscheinungen von Mohl damals noch nicht kennen konnte, veranlassten ihn, gegen einige Phytotomen (Heyne, Meyen) Stellung zu nehmen, welche das Zellgewebe nach der Form der Zellen in eine grosse Menge von Unterabteilungen zerlegten. Er schreibt (l. c. S. 136): „Die obige Beschreibung des Zellgewebes der Palmenstämme kann als Beweis dienen, dass die Form der Zellen in keinem genauen Zusammenhange mit ihrer Function steht und dass dieselbe ebensowohl von der Form, Organisation und Lage der anliegenden Zellen und Gefässbündel, als von der eigenen Natur der Zellen abhängt. Es ist bei einer Vergleichung der verschiedenen Palmenstämme nicht zu verkennen, dass die bei verschiedenen Arten an den einander entsprechenden Stellen liegenden Zellen, welche für die Oeconomie der Pflanzen die gleiche Bedeutung haben, gänzlich verschiedene, vielfach wechselnde Formen zeigen, es scheint daher gänzlich unpassend, der Form der Zellen eine so grosse Bedeutung beizulegen".

5) l. c. S. 135.

themium caudescens wird angegeben, die Parenchymzellen der Stammmitte seien rundlich, ebenso wie bei *Calamus* [1]), wo aber viele Interzellularen sich zwischen den isodiametrischen Zellen finden; alle drei Arten sind somit augenscheinlich ganz ohne sekundäres Dickenwachstum.

Micheels hat die Wurzeln und Blütenachsen der Palmen anatomisch untersucht [2]) und gibt dabei mehrere Male gestreckte Zellformen an; bisweilen bemerkt er sogar, dass die Parenchymzellen senkrecht auf die Fibrovasalstranggruppen gerichtet sind [3]); wahrscheinlich sind auch diese Strukturen einem sekundären Dickenwachstum zuzuschreiben.

Wenn man eine genaue Kenntnis von dem Dickenwachstum der Palmen, auch in seiner Verbreitung und Grösse, verlangt, so müssen vorliegende Untersuchungen natürlich noch stark vermehrt und ausgedehnt werden. Dabei wird man aber öfters schon aus wenigen Schnitten sehr vieles ableiten können; die mühsame Vergleichung gleich hoch gestellter Teile verschiedenaltriger Stämme wird vielfach nicht nötig sein. Wenn man z.B. in einem Schnitt durch die basalen Teile eines alten Stammes einen durchaus ungeänderten primären Zustand findet, oder nur im Innenteil eine Ausstrahlung der Parenchymzellen, so kann man sofort schliessen, dass dieser Art gar kein sekundäres Dickenwachstum bezw. nur ein früh-sekundäres Dickenwachstum zukommt; findet man starke Ausstrahlung in dem Sklerenchym des Aussenteils, so liegt wohl ein spät-sekundäres Wachstum vor, das man sofort dadurch prüfen kann, dass man untersucht, ob in den höheren Teilen desselben Stammes auch noch undifferenzierte Fasern in den Sklerenchymbelägen vorhanden sind, u. s. w. Für ein genaueres Studium der Einzelheiten wird die Vergleichung zweier richtig gewählter Stämme immer notwendig sein, für die Unterscheidung eines Vorhandenseins oder Fehlens dagegen nicht.

---

1) l. c. S. 136.

2) H. Micheels. Recherches sur les jeunes Palmiers. Mém. de l'Acad. roy. de Belgique 1889 T. 51; Recherches d'anatomie comparée sur les axes fructifères des Palmiers. Ibid. 1893 T. 53.

3) l. c. 1893 S. 25, 26.

Eine Vereinfachung der Untersuchung kann auch noch durch eine richtige Beachtung der äusseren Periodizitätserscheinungen des Stammes erzielt werden; wenn man von einem Stamm die Länge und Dicke der höchsten Internodien bestimmt, zumal derjenigen, welche noch von den Blattscheiden umhüllt sind, so wird man sowohl für die Länge wie für die Dicke finden, dass von unten nach oben fortschreitend der normale periodische Verlauf bei einem bestimmten Internodium sich plötzlich ändert, und dass wir dann eine schnelle Abnahme der Masse beobachten. Dasjenige Internodium, das sich in seinen Verhältnissen noch den niedrigeren Internodien anschliesst, ist das erste ausgewachsene Internodium; wenn nun, wie z.B. bei *Pinanga coronata*, das Längenwachstum eher beendet ist als das Dickenwachstum, so liegt in der betrachteten Höhe sekundäres Dickenwachstum vor; wenn, wie bei *Pinanga patula*, das Längenwachstum zur gleichen Zeit aufhört wie das Dickenwachstum, oder sogar länger anhält, wie bei *Areca triandra*, so kann in den betrachteten Teilen kein sekundäres Wachstum vorkommen.

Diesen Beobachtungen kann man — allerdings nur bei gesunden Exemplaren — um so eher vertrauen, als die Palmen uns im allgemeinen ein Bild des höchsten Ebenmasses unter den Pflanzen bieten; in den grossen Vegetationskegeln und den dicken Stämmen, welche grosse Reserven von plastischen Stoffen enthalten, wird man ohne Zweifel die Ursache erblicken müssen, dass die zeitweiligen äusseren Umstände nur langsam auf die Pflanze einwirken, sodass die Periodizität sich hier am schönsten äussern kann; es ist darum auch wohl kein Zufall, dass mit den Palmen nur wenige Gewächse an Regelmässigkeit wetteifern können und dass diese dann noch vielfach (wie z.B. Dasylirien oder Xanthorhoeen) ebenfalls zu den Pflanzen mit grossen Vegetationskegeln gehören.

In der Literatur sind die hier beschriebenen Wachstumserscheinungen meistens als sekundäres Dickenwachstum beschrieben, und ich bin diesem Brauch gefolgt. Man könnte, angesichts der grossen Unterschiede zwischen einem kambialen und diesem eigentümlichen, so ganz anderen Dickenwachstum fragen,

ob dieser Brauch ein vernünftiger sei; ich glaube aber, dass man sich am besten an die bestehende Nomenklatur hält und nötigenfalls sie als kambiales und diffuses sekundäres Wachstum einander gegenüber stellt.

Kann man nun auch sagen, dass für die Stammesbildung das eine oder das andere Verfahren, die Holzbildung der Koniferen und Dikotylen oder das diffuse Dickenwachstum der Palmen, als mehr geeignet betrachtet werden kann? Steht somit die eine Bildungsweise auch auf einer höheren Stufe als die andere? Ich meine, dass diese Frage nicht so leicht beantwortet werden kann, und dass beides seine Vorzüge und seine Nachteile hat und dass es schwer fällt, diese gegeneinander auszugleichen. Die Vorzüge des dikotylen Baumes sind die grosse Plastizität des Stammes, der sich in jedem Lebensalter nach den jeweiligen Festigheitsbedürfnissen richten kann, und die reichhaltige Möglichkeit einer Verästelung; in beiden Eigenschaften steht der Palmenstamm den Dikotylen nach, letztere geht ihm sogar fast ganz ab. Von Plastizität haben wir dagegen bei *Actinophloeus* in dem verschiedenen Verhalten der ungleich beleuchteten Seiten noch wenigstens ein gewisses Mass gefunden. Ein entschiedener Vorzug des Palmenstammes ist es aber, dass er mechanisch einen Hohlzylinder darstellt, der sich allmählich erweitert: der schwere Kern der Dikotylen, der mechanisch wertlos, durch sein Eigengewicht sogar schädlich ist, fehlt hier und wird durch ein schwammiges leichtes Gewebe ersetzt.

Daher können die Palmenstämme bei gleicher Höhe so viel schlanker sein als die Dikotylen; natürlich spielen der verhältnismässig geringe Umfang und der geringe Windfang der Krone dabei ebenfalls eine Rolle; der leichte Stamm ist dabei aber zweifellos ebenfalls von Bedeutung.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit können wir nun folgendermassen zusammenfassen.

1°. Bei vielen Palmen ist entweder gar kein sekundäres Wachstum des Stammes vorhanden oder nur ein früh-sekundäres, das bereits beendet ist, wenn der Stamm frei aus den

umhüllenden Scheiden zu Tage tritt. Bei anderen Palmen ist ein spät-sekundäres Dickenwachstum vorhanden; bisweilen nur in den basalen Stammesteilen.

2⁰. Soweit sie untersucht wurden, zeigen alle Palmen in dem Augenblick, wo das Längenwachstum des Stammes aufhört, eine grosse Übereinstimmung in dem Aufbau ihrer Stämme; dieser „primäre Zustand" ist namentlich daran kenntlich, dass alle Parenchymzellen in Rinde und Zentralzylinder isodiametrisch und von nicht zu sehr verschiedenen Grössen sind; auch die Sklerenchymfasern sind alle von rundlichem Querschnitt. Wenn kein sekundäres Dickenwachstum auftritt, wird dieser primäre Zustand unverändert beibehalten.

3⁰. Der Verdickungsring ist nur in seltenen Fällen noch tätig, wenn das Längenwachstum aufhört; für das sekundäre Dickenwachstum hat der Verdickungsring meistens gar keine, und niemals eine wesentliche Bedeutung.

4⁰. Bei einem und demselben Stamm ist der primäre Zustand in der Jugend bei den unteren Stammesteilen in mehrfacher Hinsicht verschieden von dem primären Zustand bei den späteren, höher gebildeten Stammesteilen, da namentlich die Zahl und die Grössenverhältnisse der Elemente anders sein können. Die Vergleichung von höheren und niedrigeren Stammesteilen kann daher, wenn man dieses nicht beachtet, zu falschen Schlüssen Veranlassung geben.

5⁰. Das früh-sekundäre Dickenwachstum kann in verschiedener Weise vorsichgehen; diese Weise wird bestimmt von der Folge, in der die starren Gewebeteile sich ausbilden. Dabei findet nur Vergrösserung der vorhandenen Elemente statt, keine Zellteilung.

6⁰. Das spät-sekundäre Wachstum geht immer in einer bestimmten Weise vor sich, weil die Folge der Ausbildung der starren Gewebeteile, im Zusammenhang mit den mechanischen Bedürfnissen, eine bestimmte ist. Dabei findet Vergrösserung der vorhandenen Elemente und öfters auch reichliche Zellteilung des Parenchyms statt.

7⁰. In der Rinde der Stämme mit spät-sekundärem Dickenwachstum bilden die Fibrovasalstränge und Sklerenchymstränge

sich sofort nach beendigtem Längenwachstum völlig aus; die Rinde bildet dadurch um den dann noch weichen Stamm einen festen Mantel. Im Zusammenhang damit wächst die Rinde hauptsächlich passiv und dehnt sich nur in tangentialer Richtung aus. Das Wachstum ist hier auf die Parenchymzellen beschränkt, die sich dabei öfters teilen. Nur vereinzelt wächst die Rinde ein wenig in tangentialer Richtung, entweder allgemein oder auch lokal an bestimmten Stellen.

8⁰. Der Aussenteil des Zentralzylinders ist bei den Stämmen mit spät-sekundärem Wachstum nicht nur mechanisch der wichtigste Teil, sondern er enthält auch in den dünnwandigen Sklerenchymfasern die Kraftquelle für die Gesamtheit der Dickenwachstumserscheinungen. In jedem Fibrovasalstrang differenzieren sich zunächst nur das Gefässbündel und ein dem Gefässbündel angrenzender Kern von Sklerenchymfasern. Die Randzone von Sklerenchymfasern bleibt längere Zeit dünnwandig, die Fasern wachsen in die Dicke und werden von dem Kern ausgehend je nacheinander allmählich verdickt; einmal verdickte Fasern wachsen nicht mehr aus. Die Fasern und die an das Gefässbündel angrenzenden Parenchymzellen strahlen nach einem bestimmten Gesetz um die starren Gewebeteile ringsum aus. Nur die Parenchymzellen in denjenigen Teilen, welche zwischen zwei Sklerenchympartieen liegen, haben eine andere Orientierung; hieraus folgt gerade, dass die Sklerenchymteile die Kraftquelle bilden. Alle Parenchymzellen können sich bei weit vorgerücktem Dickenwachstum teilen. Bei denjenigen Fibrovasalsträngen des Aussenteils, welche ein Protoxylem führen, kann auch das Protoxylemparenchym sich stark am Dickenwachstum beteiligen.

9⁰. Der Innenteil des Zentralzylinders wächst wieder passiv; mechanisch ist er bedeutungslos. Die Fibrovasalstränge können eine Randzone von Sklerenchymfasern besitzen oder nicht. Die Parenchymzellen sind um die starren Gewebeteile ausstrahlend geordnet; sie können sich wieder reichlich teilen. Bei mehreren Palmen treten grosse Interzellularräume oder -gänge auf, bisweilen werden diese später durch Thyllenbildung wieder verschlossen. Wenn in weiter vorgerückten Stadien noch Raphi-

denzellen gebildet werden, so sind diese sekundären Raphidenzellen durch ihre liegende Stellung von den aufrechten primären Raphidenzellen zu unterscheiden.

10°. Das sekundäre Dickenwachstum der Palmen ist als ein diffuses Dickenwachstum dem kambialen der Dikotylen und Koniferen gegenüberzustellen.

11°. Die Periode der Stammesdicke ist nur bei den Arten ohne sekundäres Dickenwachstum den mechanischen Bedürfnissen des Stammes völlig angepasst; bei den Arten mit spätsekundärem Dickenwachstum ist diese Anpassung jedenfalls viel geringer.

12°. Die Weise, in der das spät-sekundäre Dickenwachstum vorsichgeht, muss als sehr zweckmässig bezeichnet werden. In gewisser Hinsicht ist das kambiale Dickenwachstum überlegen, in anderer das diffuse der Palmen.

Bussum, Mai 1912.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Tafel I. *Latania Loddigesii*, 's Lands Plantentuin V H 19, ♂ Ex. mit starker basaler Stammverdickung. Im Hintergrunde das auf der folgenden Tafel abgebildete Exemplar.

Tafel II. *Latania Loddigesii* V H 19a, ♀ Ex.; Stammbasis ebensodick wie bei dem vorigen Ex.

Tafel III. *Oreodoxa regia*, zwei Exemplare aus der Oreodoxa-Allee. Das linke ist später beigepflanzt worden. Starkes Dickenwachstum.

Tafel IV. *Actinophloeus propinquus* var. *Keyensis*. Zeichnungen von den vier Querschnitten. Nr. 1 auf 0,15 m durch das ältere, 2 auf 0,15 durch das jüngere, 3 auf 0,95 durch das ältere, 4 auf 0,95 durch das jüngere Exemplar. Erklärung Siehe Text S. 85. Vergr. 9 ×.

Tafel V. *Actinophloeus*. Querschnitt 1, Lichtseite.

Fig. 1. Innerer Teil der Rinde. Die grosse Sklerenchympartie ist ein Teil eines Grenzbündels. Vergr. 100 ×.

Fig. 2. Übergang zwischen Rinde und Zentralzylinder; links ein ganzer Grenzbündel und rechts ein ganzer Fibrovasalstrang des Zentralzylinders. Vergr. 62 ×.

Tafel VI. *Actinophloeus*.

Fig. 1. Querschnitt 2, Schattenseite. Fibrovasalstränge aus der 3. bis 4. Reihe des Zentralzylinders mit undifferenzierter Randzone. Vergr. 260 ×.

Fig. 2. Querschnitt 1, Schattenseite. Übergang zwischen Aussenteil und Innenteil des Zentralzylinders. Ein Fibrovasalstrang, bei dem noch gerade einige Faserschichten etwas ausgewachsen sind, zwischen zwei anderen mit deutlicher Randzone. Vergr. 62 ×.

Tafel VII. Fig. 1. *Actinophloeus*. Querschnitt 1, Zentrum. Vergr. 62 ×.

Fig. 2. *Oreodoxa* sp., Querschnitt B, Rinde. Drei in radialer Richtung hinter einander gestellte Fibrovasalstränge schliessen ungeändertes Rindenparenchym zwischen sich ein. Das übrige Parenchym ist stark tangential ausgewachsen, beiderseits ist ein „Riss" zu sehen, d.h. eine pseudo-radiale Reihe von dünnwandigen, sich streckenden Zellen. Vergr. 58 ×.

Tafel VIII. *Caryota* sp. Tjiapoes. Zeichnungen von den beiden Querschnitten. Vergr. 6 ×.

Tafel IX. *Livistona* sp. Wonodjatti. Zeichnungen von den beiden Querschnitten. Vergr. 6 ×.

Tafel X. *Livistona*, älteres Exemplar, Stammmitte.

Fig. 1. Querschnitt. In der Mitte ein Sklerenchymstrang, oben eine grössere, stark verdickte Thylle, unten eine kleinere, weniger stark verdickte. Vergr. 105 ×.

Fig. 2. Mazerationspräparat. Zwei einfache Thyllen und mehrere Parenchymzellen. Vergr. 75 ×.

Tafel XI. *Oreodoxa* sp. Zeichnungen von Querschnitt B und C. Vergr. 6 ×.

Tafel XII. *Oreodoxa*. Fibrovasalstränge des Aussenteils des Zentralzylinders mit grossem Protoxylem.

Fig. 1. Querschnitt C. Oben ein normaler Fibrovasalstrang, unten ein solcher mit grossem Protoxylem. Zwischen dem Protoxylem und dem inneren Sklerenchym einige Ringe der ersten Protoxylemgefässe zerstreut im Parenchym. Vergr. 96 ×.

Fig. 2. Querschnitt B. Von dem Fibrovasalstrang sind nur Meta- und Protoxylem abgebildet; das letztere stark ausgewachsen, die Zellen strahlen von den Gefässen aus. An der Innenseite des Protoxylems (rechts) das innere Sklerenchym. Vergr. 33 ×.

Tafel XIII. *Oreodoxa*, Querschnitt B. Thyllen.

Fig. 1. Derselbe Fibrovasalstrang wie auf Tafel XII Fig. 2, aber ein anderer Schnitt. Die Metaxylemgefässe teilweise, vier Protoxylemgefässe ganz; die Tüpfel der Thyllenwand setzen sich in der Gefässwand nicht fort. Vergr. 375 ×.

Fig. 2. Derselbe Schnitt wie XII Fig. 2. Eins der zerstreuten Protoxylemgefässe. Die Eintrittsstelle der Thylle ist sichtbar. Vergr. 375 ×.

Tafel XIV. *Oreodoxa*, Parenchym der Stammmitte auf Längsschnitt.

Fig. 1. Von C; nur stehende Raphidenzellen. Vergr. 48 ×.

Fig. 2. Von B. Neben den vereinzelt vorkommenden stehenden Raphidenzellen eine grössere Zahl von liegenden. Vergr. 48 ×.

Tafel XV. *Pinanga maculata*. Zeichnungen von den beiden untersuchten Querschnitten. Vergr. 12 ×.

Latania Loddigesii.

Latania Loddigesii.

Oreodoxa regia.

1

2

3

4

0 1 2 cm

Actinophloeus.

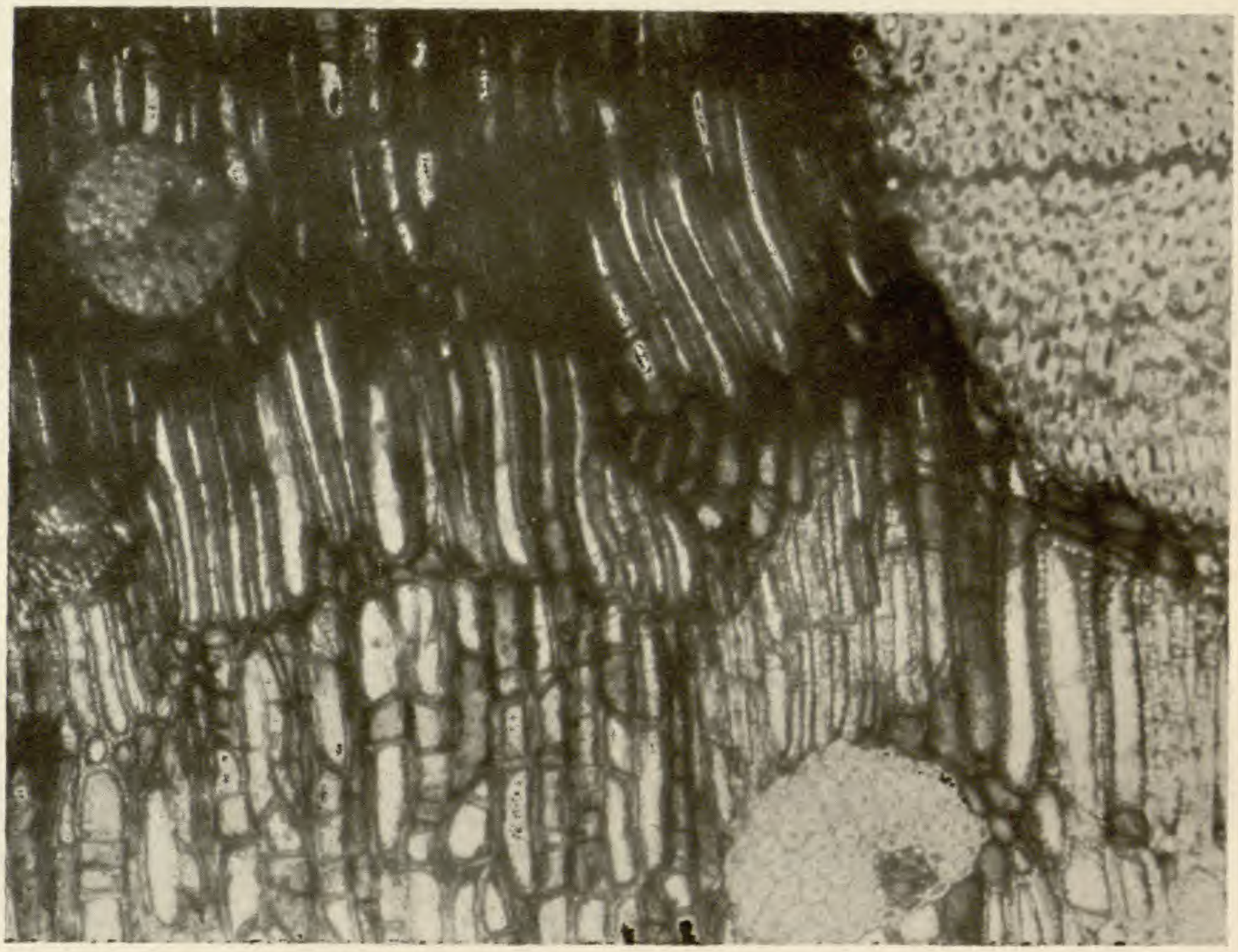


Fig. 1.

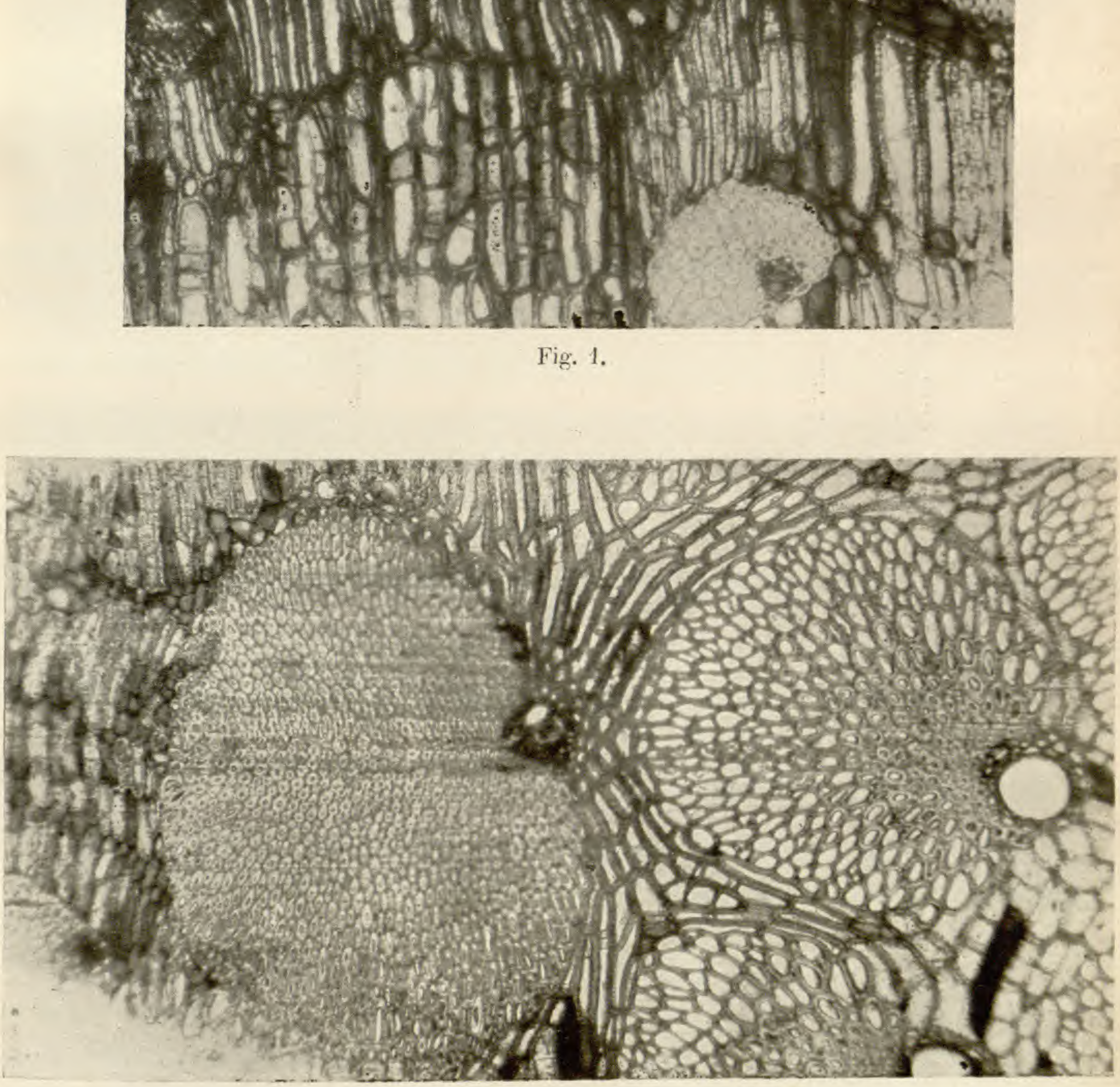


Fig. 2.

Actinophloeus.

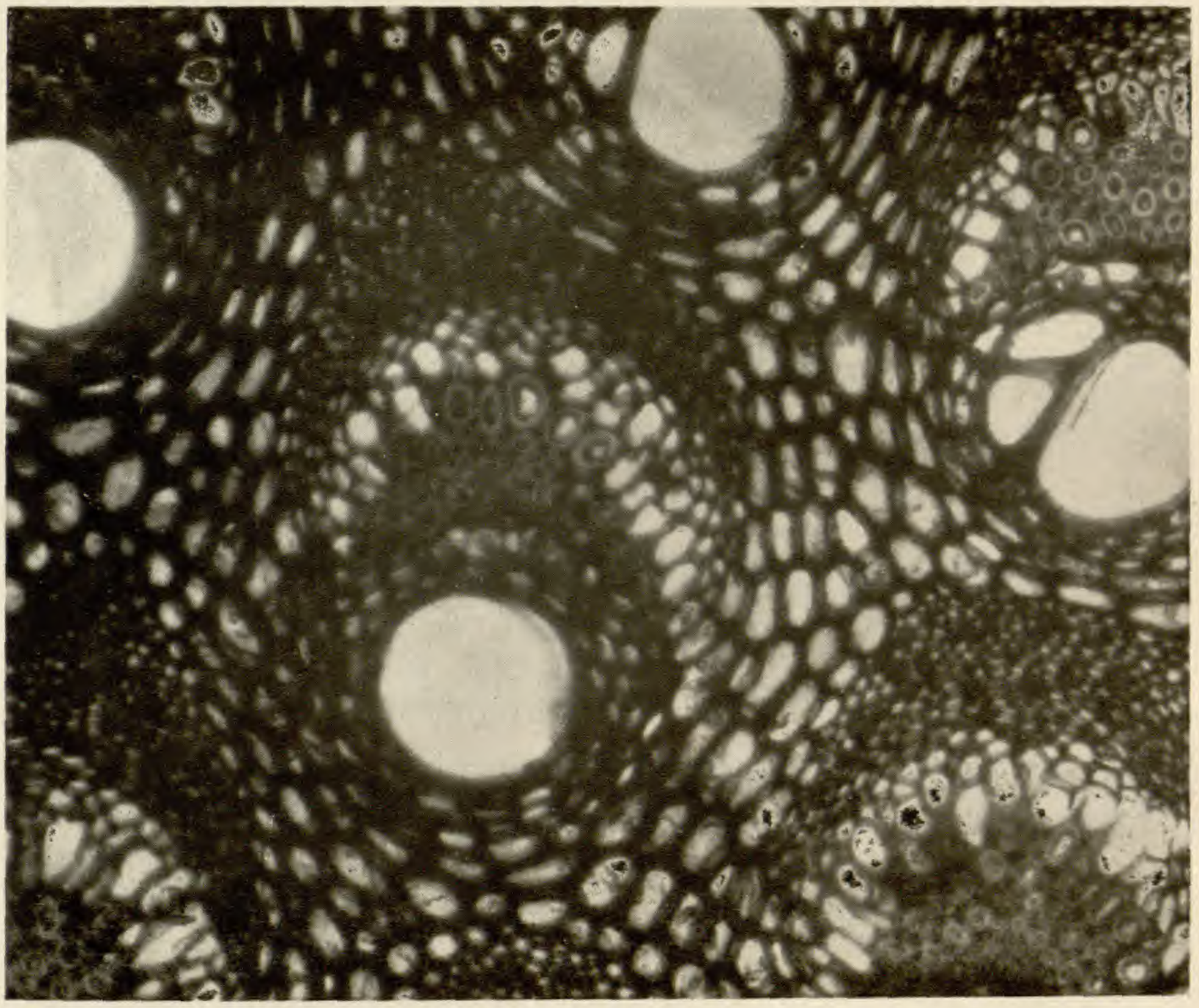


Fig. 1.

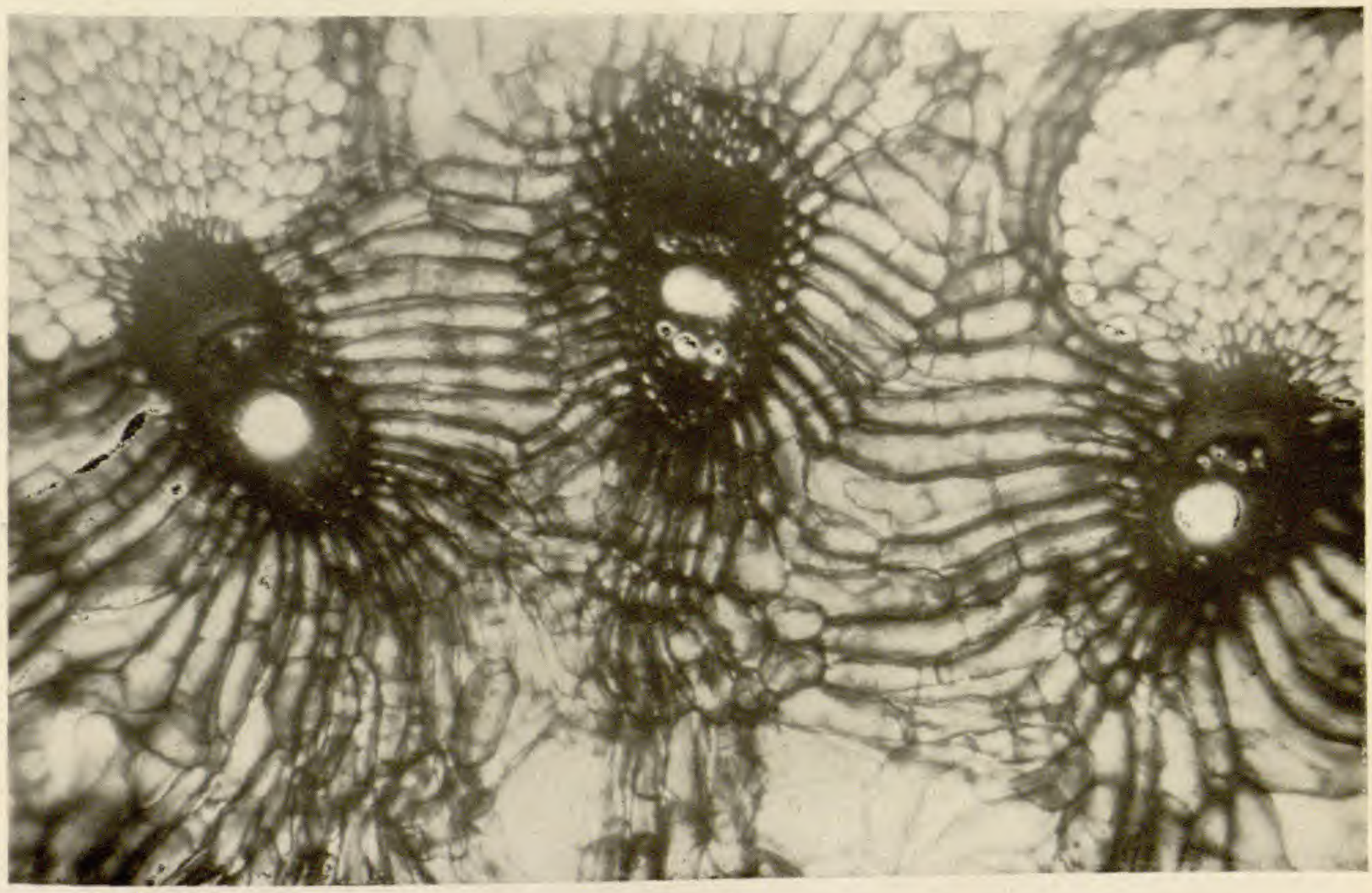


Fig. 2.

Actinophloeus.

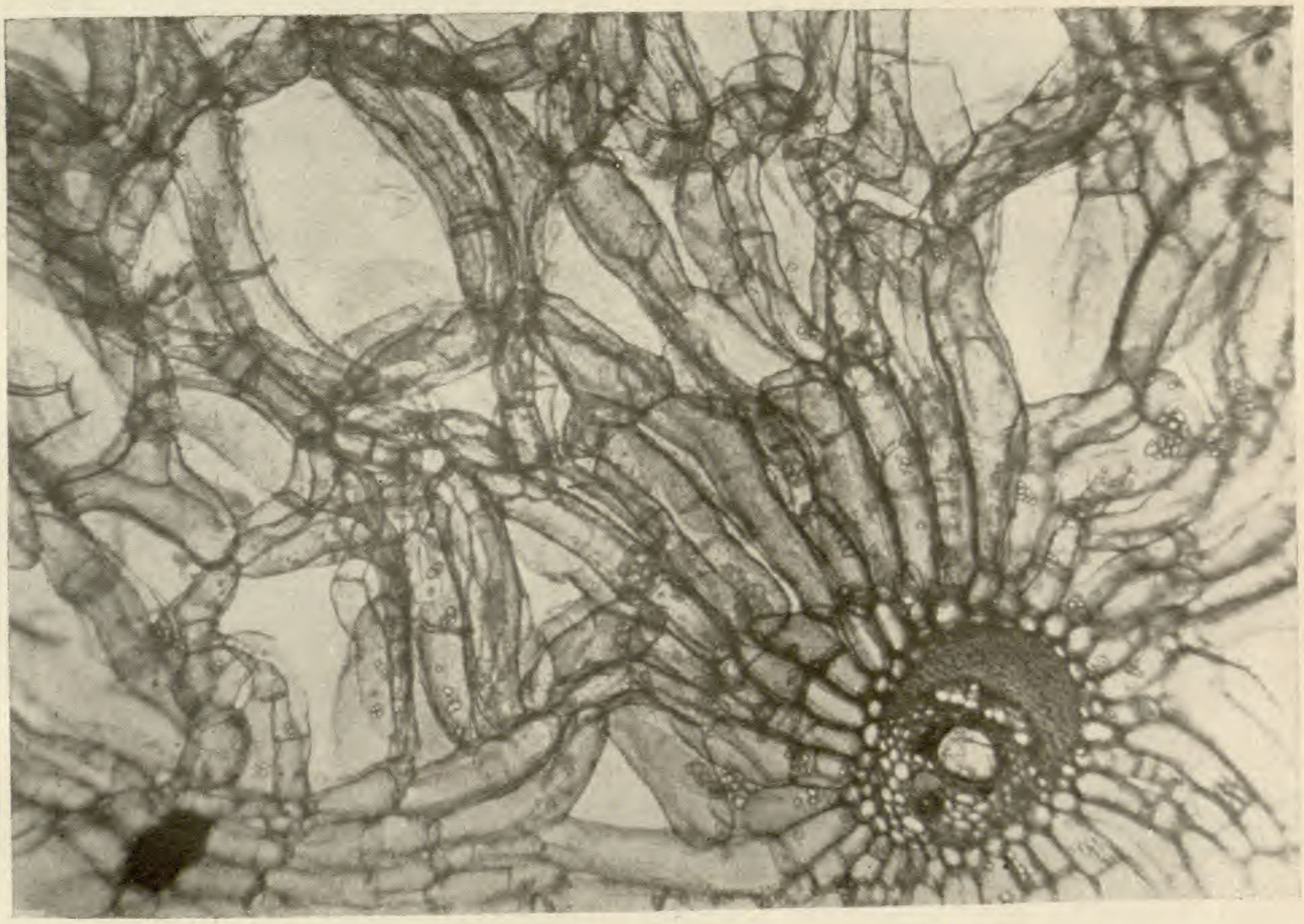


Fig. 1.

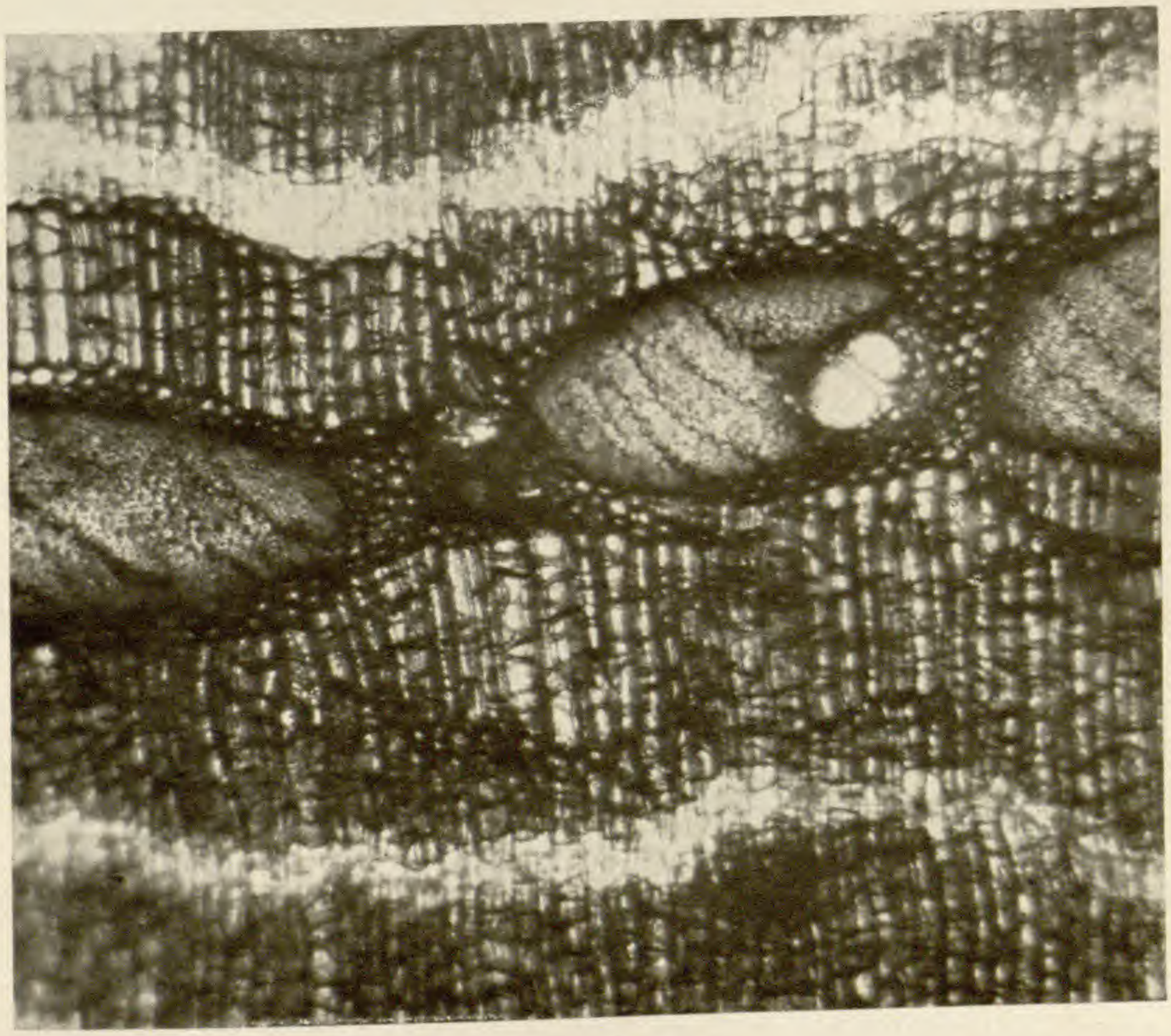
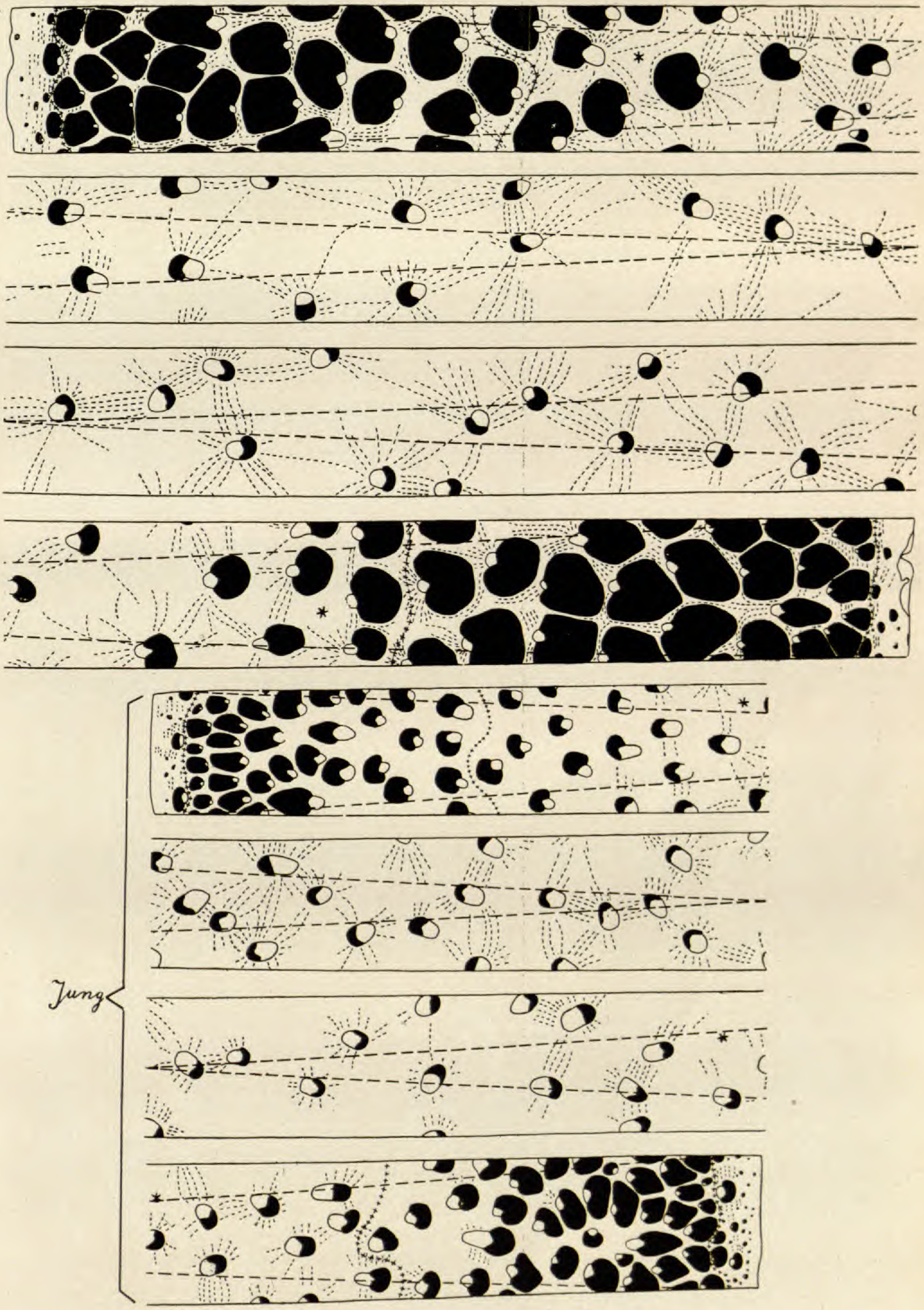
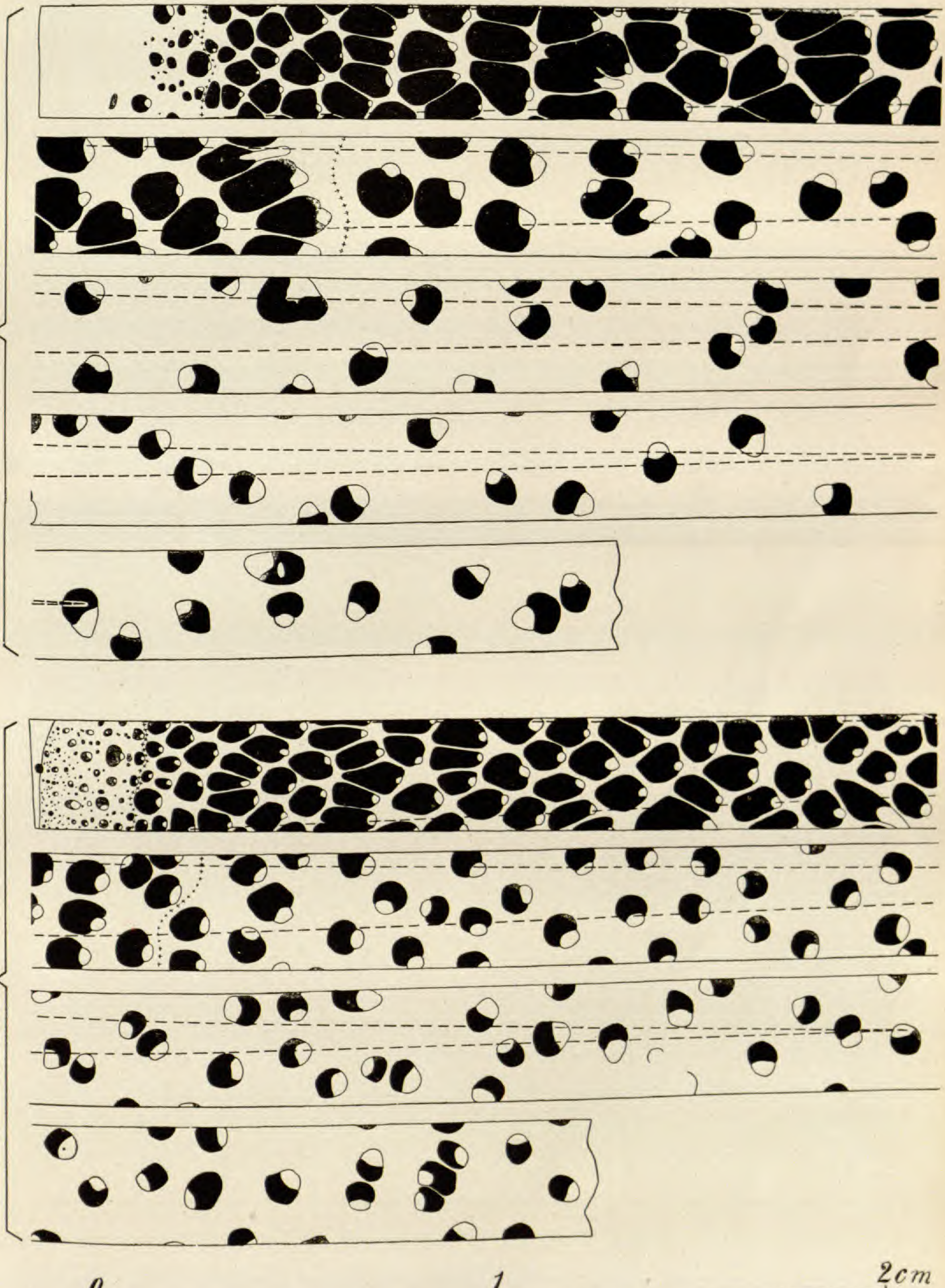


Fig. 2.

Fig. 1. Actinophloeus, [Fig. 2. Oreodoxa.



Caryota.



Livistona.

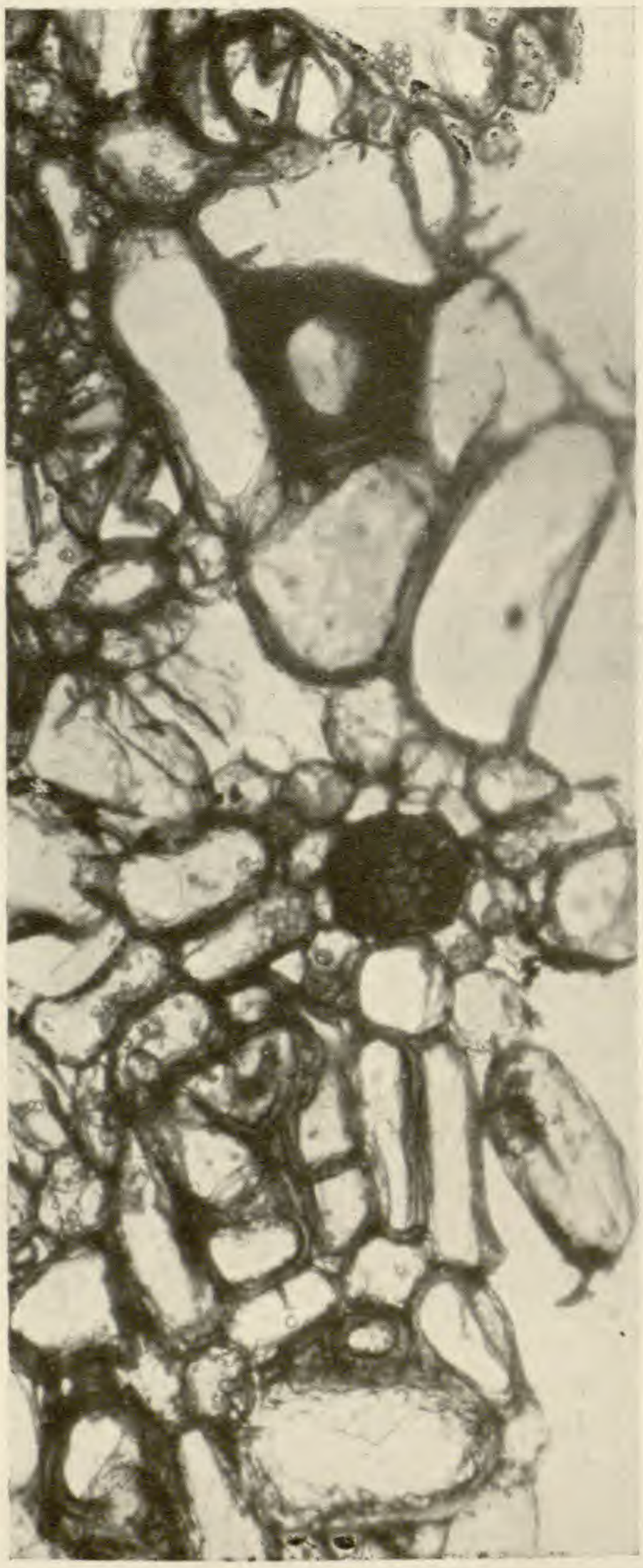


Fig. 1.

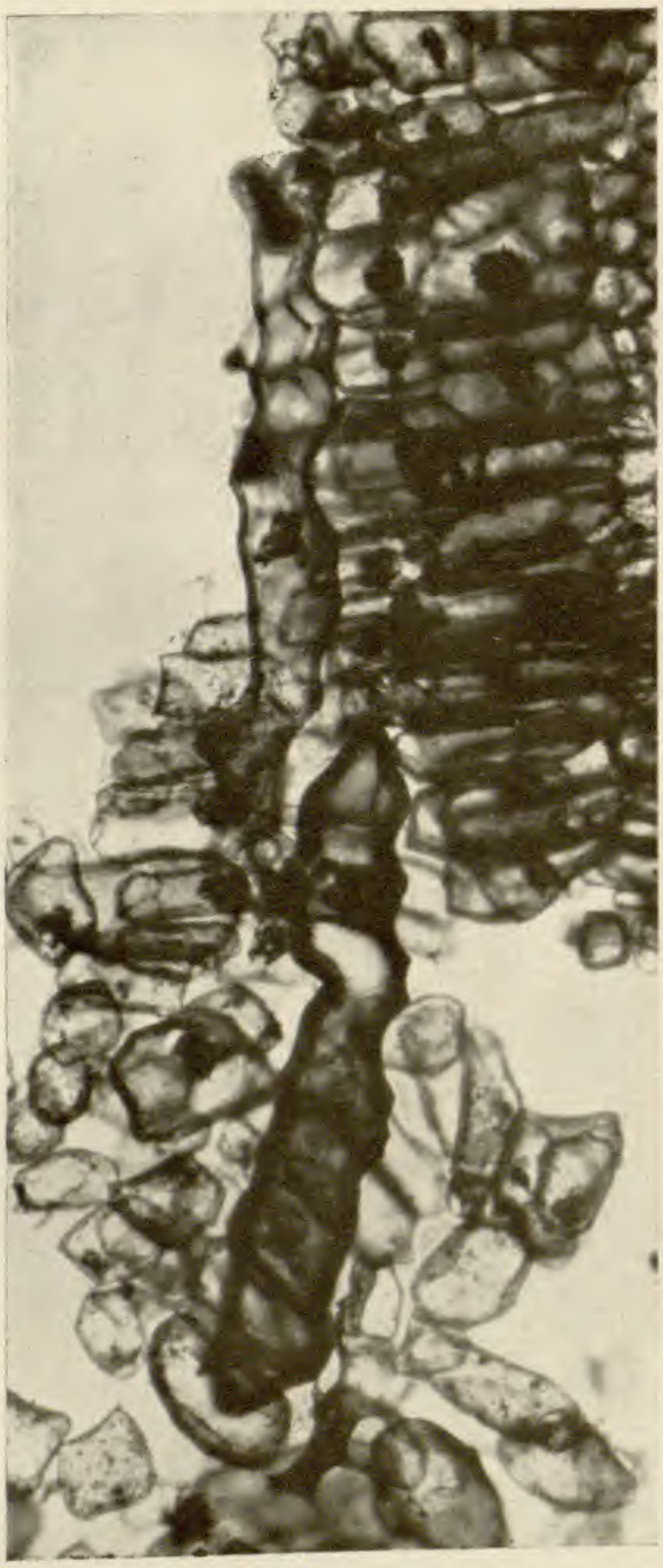
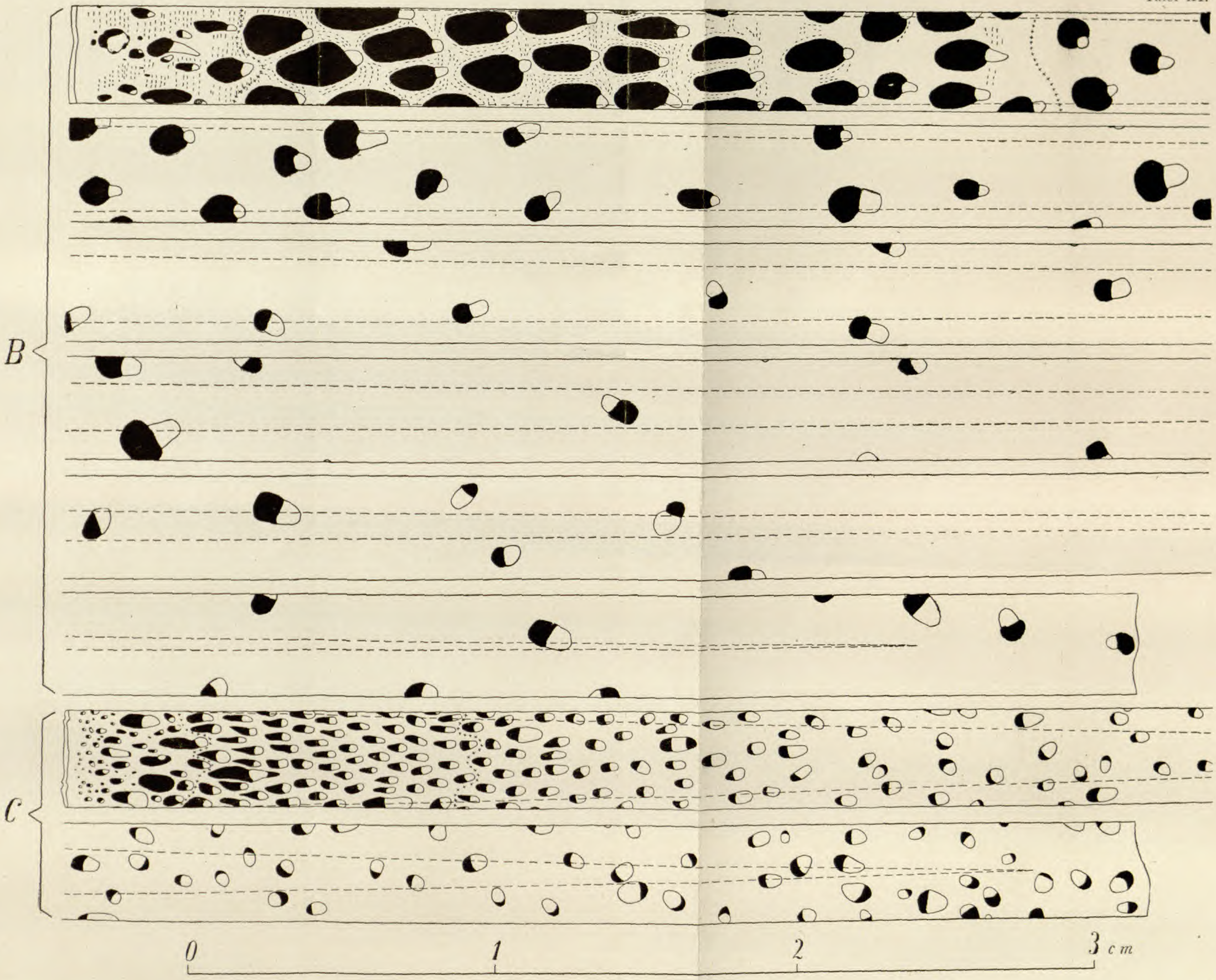


Fig. 2.

Livistona.



Oreodoxa.

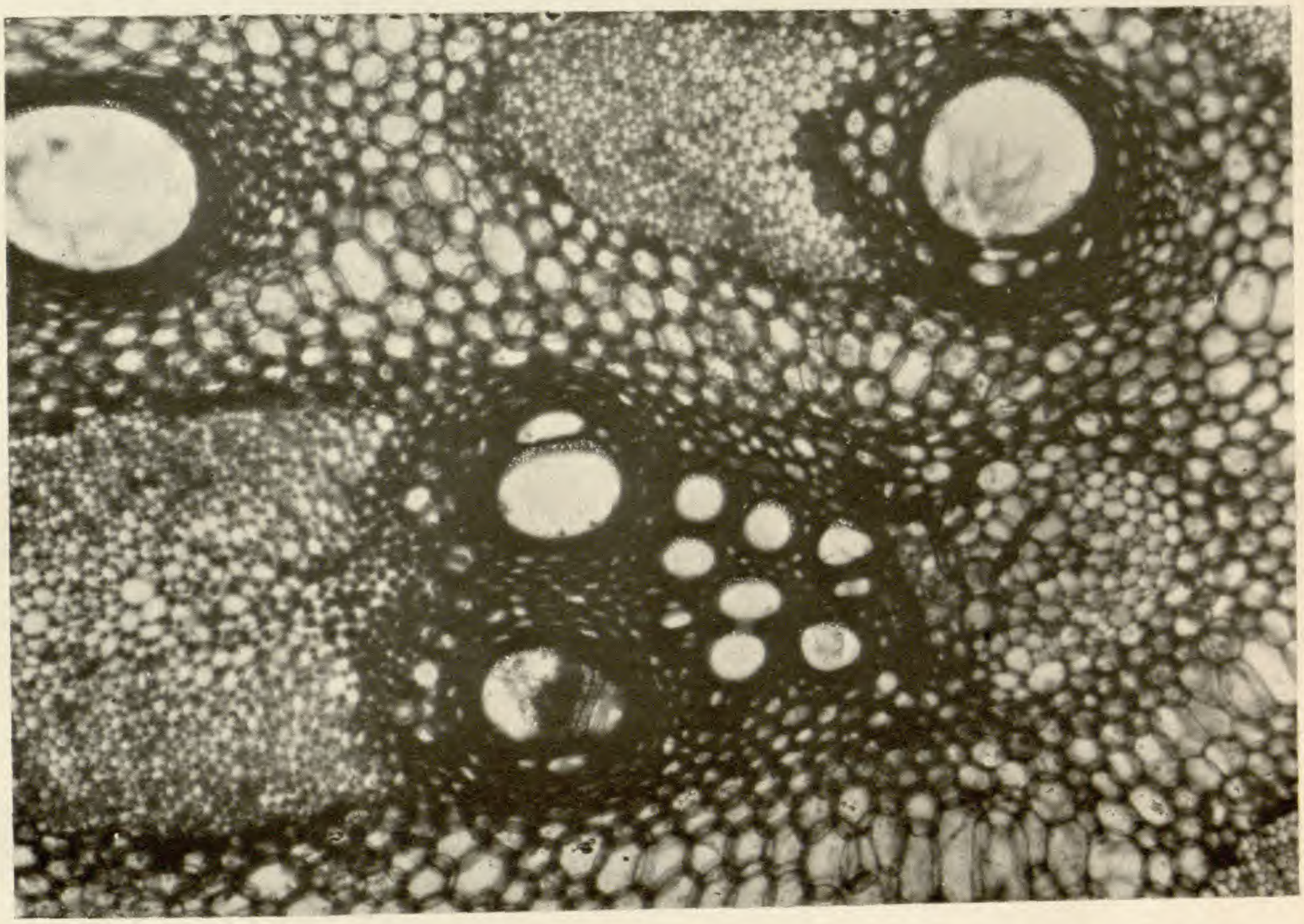


Fig. 1.

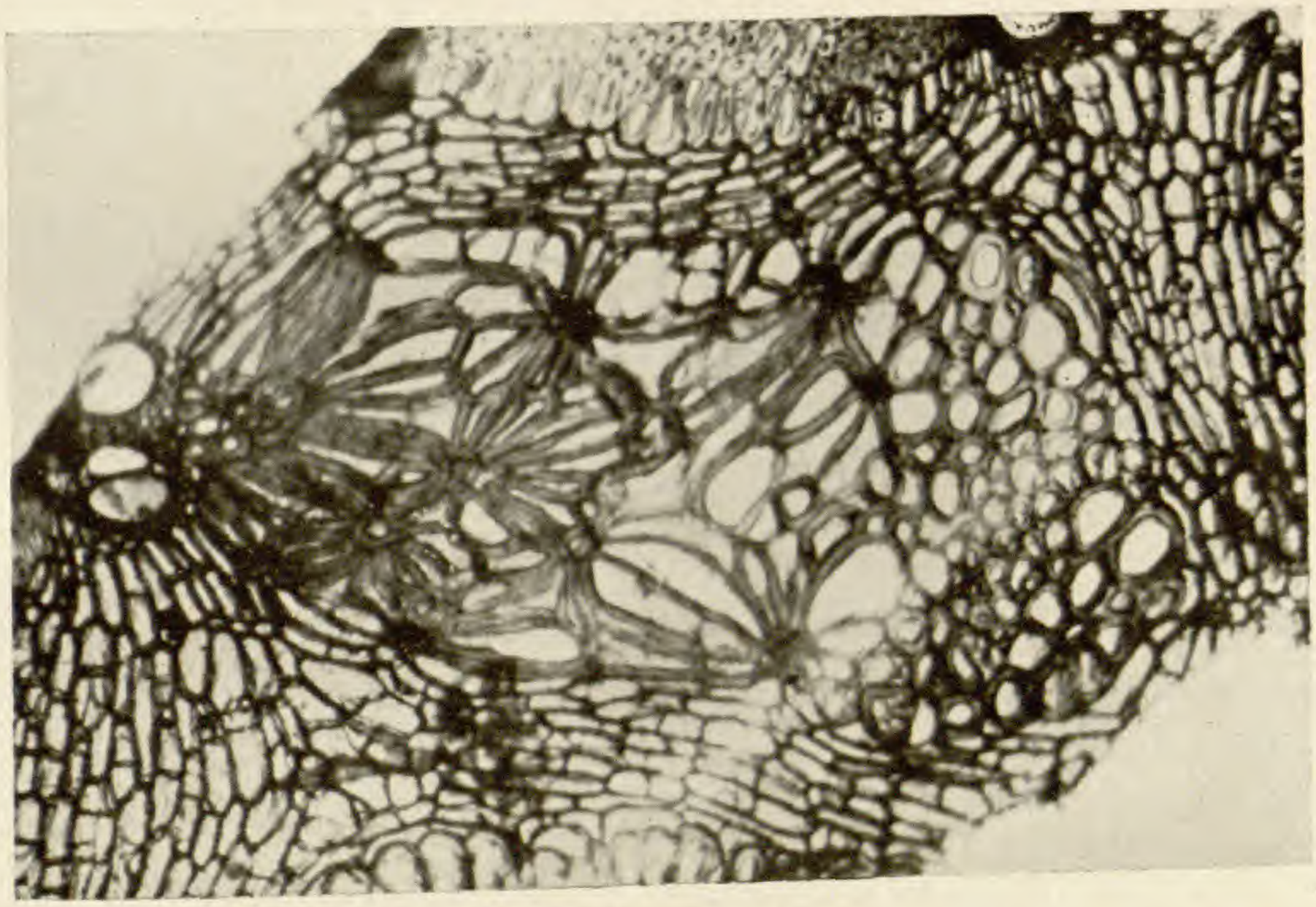


Fig. 2.

Oreodoxa.

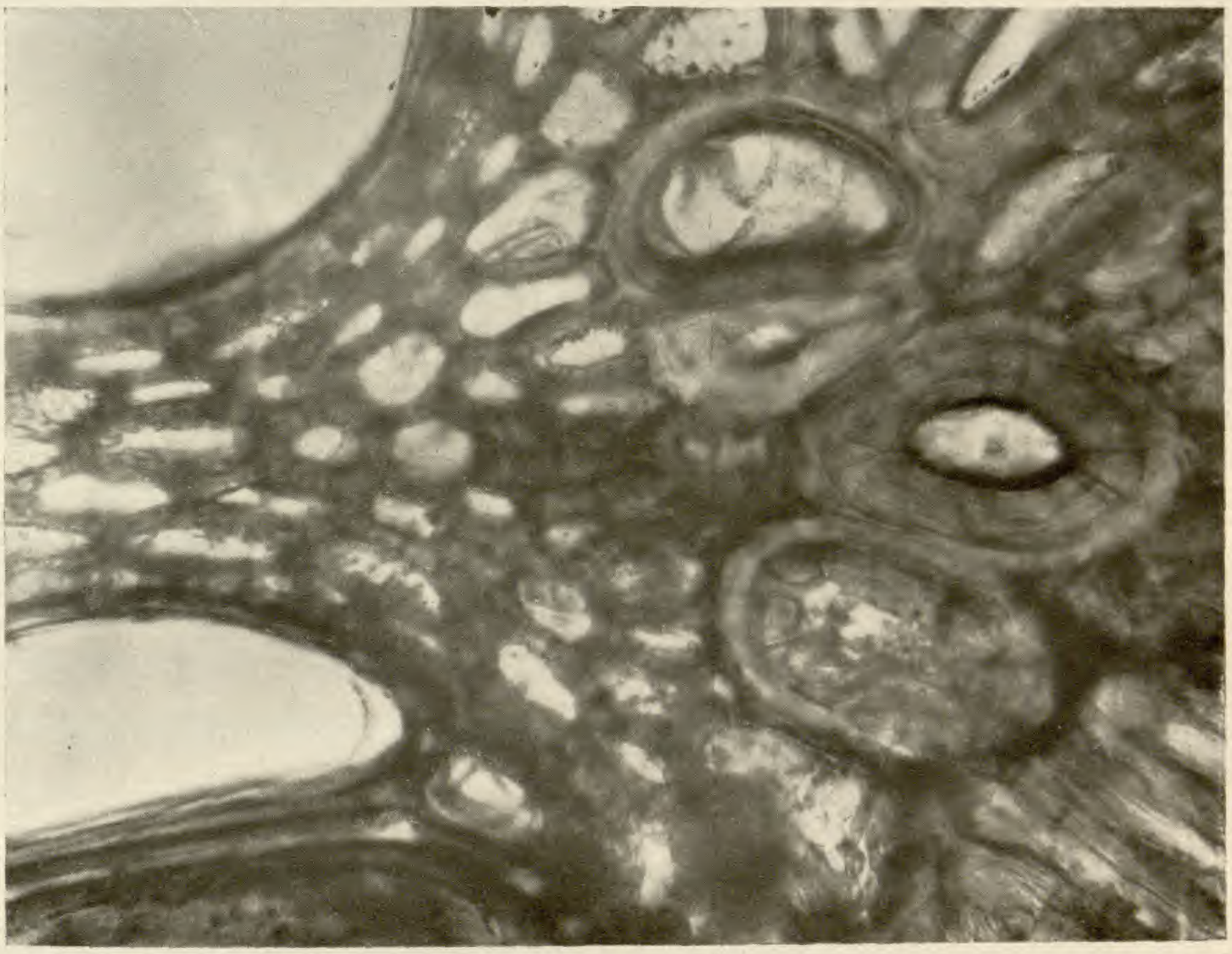


Fig. 1.

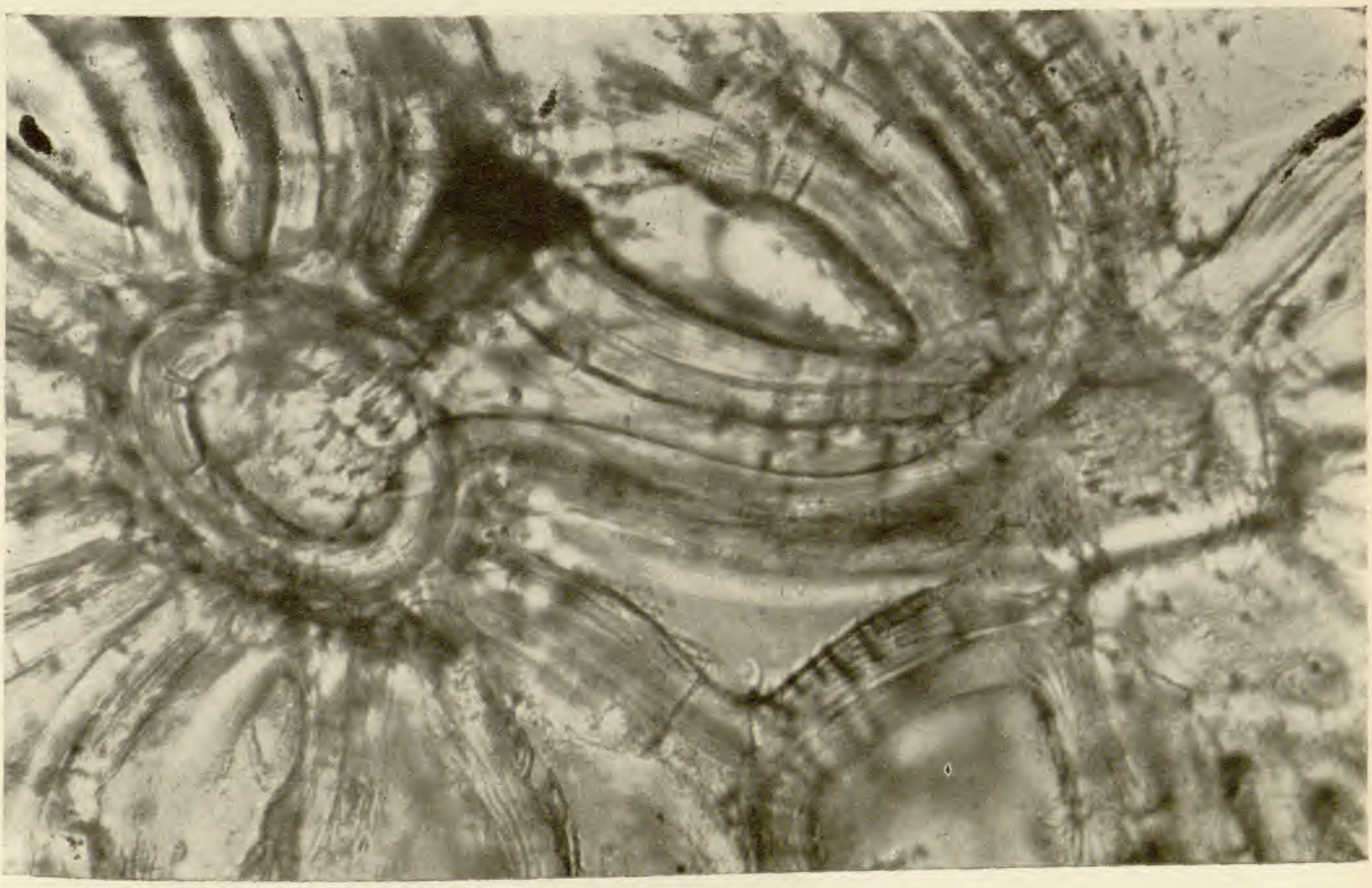


Fig. 2.

Oreodoxa.

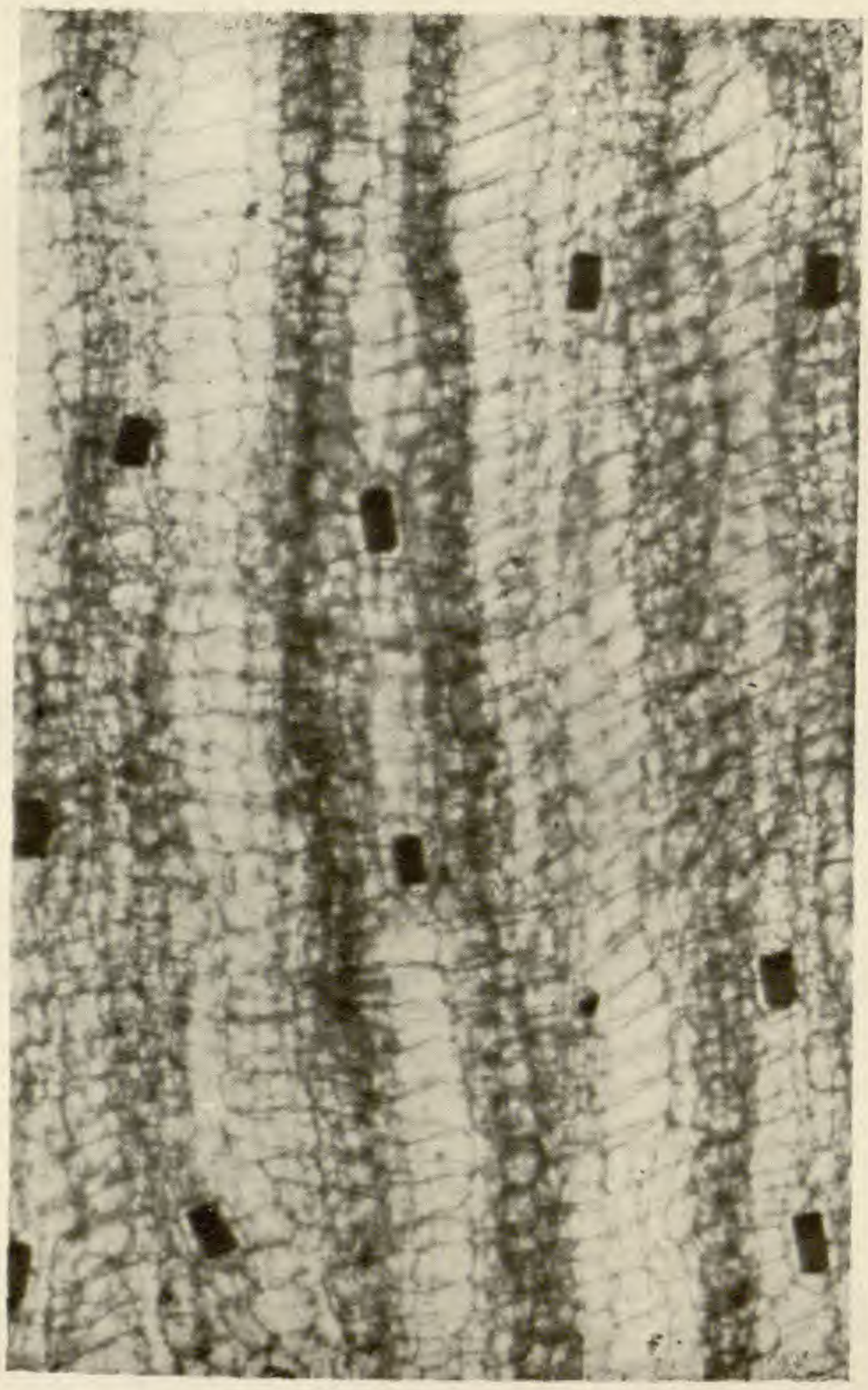


Fig. 1.

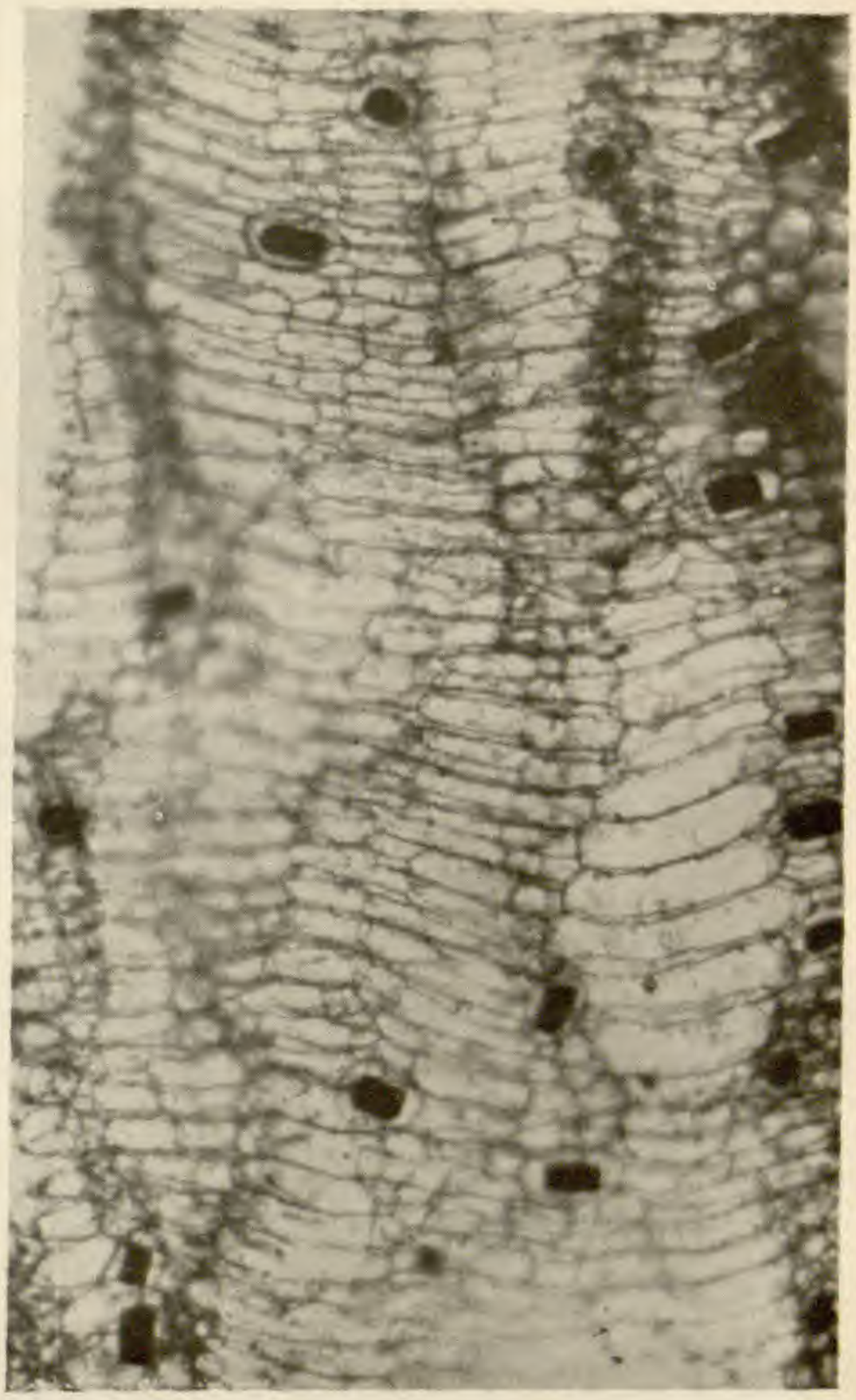
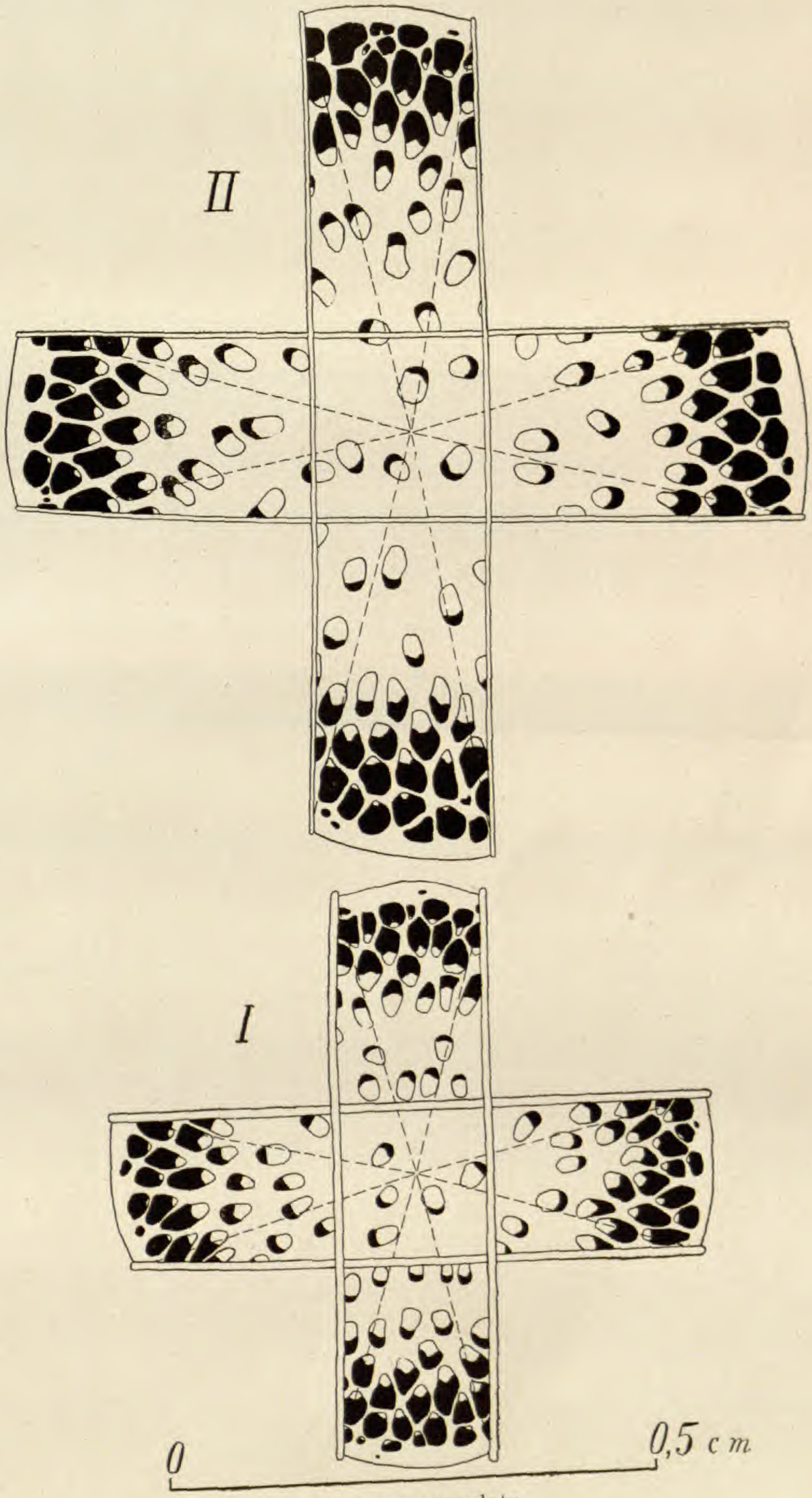


Fig. 2.

Oreodoxa.



Pinanga maculata.

TABLE DES MATIÈRES.

Pag.

SCHOUTE (J. C.), Über das Dickenwachstum der Palmen . . 1—209

LIBRAIRIE ET IMPRIMERIE ci-devant E. J. BRILL, LEIDE.

ANNALES

DU

JARDIN BOTANIQUE

DE

BUITENZORG.

DIRIGÉES PAR

J. C. KONINGSBERGER
Directeur du Jardin

ET

CH. BERNARD
Docteur ès Sciences.

(Volume XXVI).

DEUXIÈME SÉRIE.

VOLUME XI.

2e PARTIE.

LIBRAIRIE ET IMPRIMERIE
CI-DEVANT
E. J. BRILL
LEIDE — 1912

OBSERVATIONS SUR QUELQUES PLANTES CRITIQUES DE LA REGION INDO-MALAISE RAPPORTÉES AUX BURSÉRACÉES.

PAR

A. GUILLAUMIN.

Planche XVI.

J'ai eu précédement l'occasion d'étudier anatomiquement sur les types mêmes un certain nombre de Burséracées critiques et d'éliminer de la famille le *Pachylobus dahomensis* Engler, identique au *Sorindeia juglandifolia* Planchon (Anacardiacée) et le *Porphyranthus Zenkeri* déja décrit par Pierre comme Pandacée (famille intermédiaire entre les Chaillétiacées et les Euphorbiacées) sous le nom *Panda oleosa*.

La découverte au Muséum de Paris d'un co-type du *Filicium decipiens* Thwaites et l'extrême obligeance de M. M. Konigsberger, Prain et Koorders qui ont bien voulu me communiquer les types originaux du *Canarium? sumatranum* Boerlage et Koorders et du *Tristiriopsis nativitatis* Hemsley ex Ridley me permettent aujourd'hui de donner les résultats de mes recherches anatomiques sur ces trois plantes.

Ceux-ci amènent, sans aucun doute possible, à rejeter définitivement le *Tristiropsis nativitatis* et *Filicium decipiens* dans les Sapindacées et à conserver le *Canarium? sumatranum* dans les Burséracées en général, dans le genre *Canarium* en particulier.

I. Canarium Sumatranum Boerlage et Koorders.

Madame A. Koorders—Schümacher publiant récemment l'énumération des récoltes de M. Koorders (Systematische Verzeichniss der zum Herbar Koorders gehörenden . . . . Phanerogamen und Pteridophyten II (Sumatra) § 2 IJzerman Expedition durch Mittel-Sumatra im Jahre 1891, p. 25) signalait une plante nouvelle *Canarium? sumatranum* Boerlage et Koorders [1]) mais en laissant persister quelques doutes sur l'exactitude de la détermination; Boerlage du reste, sur l'étiquette originale a mis un point de doute après le genre et après l'espèce.

L'aspect extérieur est bien d'un *Canarium* mais comme le type ne comprend qu'une feuille unique dont les deux fragments sont fixés chacun sur une feuille d'herbier, il n'est guère permis de l'affirmer, d'autant plus qu'un croquis pris sur le vif et des notes fixées sur les feuilles indiquent que le tronc de l'arbre est abondamment recouvert d'aiguillons ce qui est absolument extraordinaire pour un réprésentant de la tribu des Canariées parmi les Burséracées.

Cependant l'étude anatomique est probante: la présence d'un cercle de sclérenchyme péricyclique et de canaux sécréteurs libériens indique une Burséracée et les faisceaux anormaux dans

---

1) Diagnose originale: «*C.? sumatranum* Boerlage et Koorders, n. sp. (species incerta).

Arbor juvenilis trunco erecto dense aculeato; arbor adulta floribus fructibusque incognita.

Folia alterna, in apices ramorum conferta, pinnata.

Folium 1 m. longum, 12—jugum; foliola 25—31 cm. longa, 7—8 cm. lata; inferiora subopposita, superiora opposita, omnia apice longe subfalcato-acuminata utrinque scabra, coriacea, supra medium distincte v. indistincte serrulata, utrinque subrepanda; alia basi valde inæqualia obtusa; oblonga (sæpissime) v. elliptica, subtus supraque distincte reticulata.

Petiolus communis subteres, scabrus, multisulcatus, basi incrassatus et supra planus (ad basin).

Petiolus inferne 10 mm., superne 2 mm. diameter.

Petioluli circa 5 mm. longi et $1\frac{1}{2}$ mm. diameter.

Arbor parva; caudex (junior) erectus armatus.

Kds. 10.282 β. — 52* 19/2/1891."

Forêt ombreuses, à 100 m. au dessus de la mer, ravin de Mokko-Mokko, près de la rivière Kuantan, Sumatra moyen.

la moelle du pétiole et du pétiolule sont propres au genre *Canarium* et à celui-là seulement.

Voici d'ailleurs les caractères anatomiques du *Canarium sumatranum* :

Pétiole. — Epiderme mince, à une seule couche, portant des poils sclérifiés unicellulaires dressés, sans cellules mucilagineuses; écorce homogène, à cellules régulières, à parois minces; fibres péricycliques formant un anneau épais, à cellules non homogènes, petites, polyédriques (en coupe) au niveau des faisceaux libéro-ligneux, à cellules plus grandes, moins régulières et moins lignifiées entre les faisceaux; faisceaux normaux contigus les uns aux autres de façon à former un anneau continu, vaisseaux gros, assez nombreux, assez peu lignifiées, liber percé en son centre d'un vaste canal secréteur; moelle à cellules à parois minces renfermant, disposés sans ordre, de nombreux faisceaux anormaux à très gros vaisseaux de bois accompagnés d'un parenchyme abondant; oxalate en cristaux et en mâcles peu abondants localisé dans l'écorce et la moelle.

Pétiolule. — Epiderme assez épais à poils unicellulaires sclérifiées, pas d'hypoderme; écorce fortement collenchymateuse dans sa partie externe (environ les 2/3 de l'épaisseur), cellulosique dans sa partie interne où se trouvent de vastes canaux secréteurs, ou plutôt des poches très allongées; arcs fibreux entourant le liber des faisceaux libéro-ligneux et tendant à former un anneau continu, fibres situées entre les faisceaux plus larges et moins régulières en section transversale et ornées de ponctuations; faisceaux libéro-ligneux normaux disposés en cercle mais distincts; à l'intérieur de la moelle, plusieurs faisceaux anormaux disposés sans ordre, identiques aux faisceaux

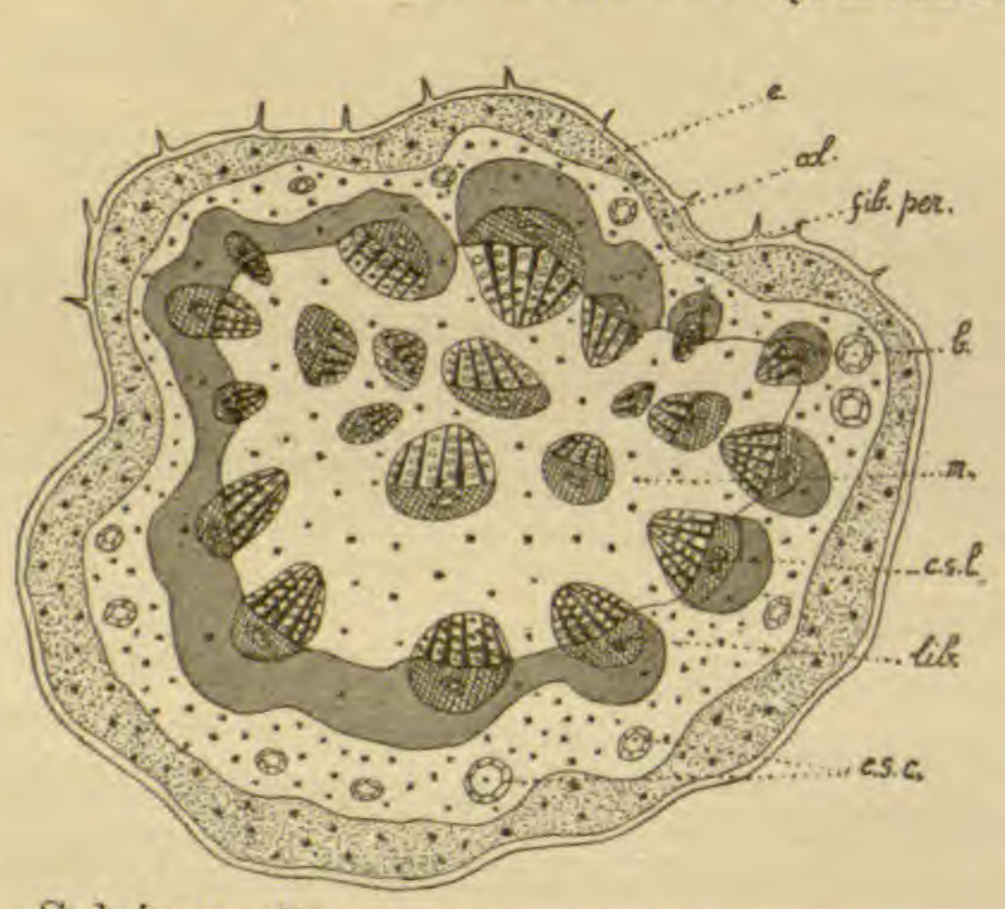


Schéma d'une coupe transversale du pétiolule; *e.*, épiderme; *col.*, écorce externe collenchymateuse; *c.s.c.*, canaux secréteurs corticaux; *fib. per.*, fibres péricycliques; *lib.*, liber; *c.s.l.*, canaux secréteurs libériens; *b.*, bois; *m.*, moelle.
Grossissement: 17.

normaux avec liber percé d'un gros canal secréteur analogue à celui de l'écorce et bois à vaisseaux peu nombreux, gros, entourés d'un parenchyme cellulosique; moelle à cellules inégales, à parois minces, cellulosiques; oxalate surtout en mâcles très nombreuses, sauf dans le bois et rarement dans les fibres péricycliques.

Feuille. — Faces supérieure et inférieure dissemblables, pourvues de poils scléreux unicellulaires, stomates uniquement sur la face inférieure. Epiderme supérieur à cuticule assez épaisse, sans cellules mucilagineuses; pas d'hypoderme; couche palissadique à une seule assise; couche lacuneuse lâche, épiderme inférieur à cellules plus petites et plus aplaties que dans l'épiderme supérieur; faisceau de chaque nervure entouré d'un manchon scléreux relié aux deux épidermes par une file de cellules scléreuses.

La présence de canaux secréteurs corticaux rappelle les *Canarium australasicum*, *decumanum* et *zeylanicum* où les auteurs en ont signalé [1]) et où je n'en ai pas vu et les *Canarium Kitengo* et *Mehenbethene* où j'en ai trouvé moi-même. Toutefois le *C. Mehenbethene* a des feuilles à épiderme supérieur à cellules mucilagineuses; celles du *C. australasicum* ont un épiderme supérieur à cellules allongées en hauteur et une couche palissadique en partie dédoublée et le pétiolule du *Canarium zeylanicum* ne présente pas de différenciation entre l'écorce externe et l'écorce interne. Je ne connais pas les caractéristiques anatomiques du *Canarium decumanum* et du *Canarium Kitengo* mais ils sont morphologiquement très distincts du *Canarium sumatranum*.

En résumé, l'anatomie nous amène à cette conclusion que la plante de Koorders est certainement un *Canarium* mais sans pouvoir dire si l'espèce est réellement nouvelle.

Les épines étant inconnues dans le genre, on arrive en définitive à penser que le *Canarium! sumatranum* est bien une nouveauté.

---

1) Stepowski [Vergleichend-anatomische Untersuchungeu über *Burseraceæ*, *Dipterocarpeæ* und *Guttiferæ* (1905), p. 26—33] ne figure ni ne signale de canaux secréteurs corticaux chez *Canarium decumanum* et *zeylanicum*.

II. Tristiropsis nativitatis Hemsl. ex Ridley.

La plante trouvée par Ridley (N°. 67) à l'Ile Christmas fut d'abord signalée sans nom ni description par Hemsley [Journal Linn. Soc. XXV p. 353 (1890)] comme appartenant peut-être aux Burséracées. Ridley la décrivit ensuite [Journal Straits branch Roy. AS. Soc. N°. 45, p. 182, (Juin 1906)] sous le nom de *Tristiriopsis nativitatis* que lui avait donné Hemsley sans le publier. Presqu'à la même époque [Hooker's Icon. Plant. pl. 2812 (décembre 1906)] ce dernier auteur, ignorant la publication de Ridley, donnait de la plante une figure accompagnée de description, la nommait *Tristiropsis Ridleyi* et en rapprochait un échantillon recueilli à Christmas Island par Lister en 1887: il en faisait une Sapindacée de la tribu des Méliococcées. Ridley rectifia alors son opinion primitive [Journal Straits branch Roy. As. Soc. N°. 48, p. 107 (1907)] et, en indiquant l'identité du *Tristiriopsis nativitatis* Hemsl. ex Ridley et du *Tristiropsis Ridleyi* Hemsl., il le rangeait dans les Sapindacées.

Malgré l'absence de fleurs, il semble en effet que c'est bien une Sapindacée principalement à cause de la pilosité interne des loges du fruit.

L'étude anatomique que j'ai pu en poursuivre sur le type, permet d'affirmer que ce n'est pas une Burséracée à cause de l'absence de canaux secréteurs libériens, toutefois il faut remarquer que je n'ai pas trouvé dans la feuille les cellules spéciales indiquées comme caractérisant seulement les *Tristiropsis* et les *Tristira* dans la tribu des Méliococcées.

Voici les caractéristiques anatomiques du *Tristiropsis nativitatis*:

Tige. — Epiderme mince, pourvu de poils uni-cellulaires non sclérifiés, contournés, assez nombreux; liège assez épais, phelloderme peu épais à cellules hétérogènes contenant quelques cristaux d'oxalate; fibres péricycliques formant un anneau complet mais peu épais, à cellules hétérogènes les unes polyédriques en coupe, de faible diamètre et à lumière presque nulle, les autres ovales en coupe, 5 à 7 fois plus volumineuses et peu épaissies, chaque sorte de fibres est gros-

sièrement groupée en masses alternant assez régulièrement; pas d'oxalate; liber sans canaux secréteurs, rayons médullaires très nombreux uni ou bi-séries; bois très fibreux, fibres régulières, peu épaissies, vaisseaux peu nombreux, de taille moyenne, souvent groupés par files de 3 ou 4; moelle à cellules minces, lignifiées, hétérogènes, présentant cà et là de petites plages de fibres très épaissies, à lumière presque nulle et polyédriques en coupe; aucune trace de canaux secréteurs ni dans l'écorce primaire (comme on en a décrit chez *T. acutangula*), ni ailleurs.

Pétiole. — Non observé.

Pétiolule. — Exactement semi-cylindrique, aplati en dessus, légèrement subéreux dans sa convéxité, l'assise subéreuse se formant dans la couche sous épidermique. Epiderme à cellules petites, régulières, à forte cuticule dans la partie plane; écorce collenchymateuse à parois minces dans la partie plane, beaucoup plus épaisses dans la partie convexe, cristaux d'oxalate rares dans la partie plane, nombreux dans la partie convexe, parfois plusieurs dans la même cellule: cette différence disparait dans la côte médiane de la foliole; fibres péricycliques formant un manchon complet peu épais, à cellules régulières, polyédriques en coupe, à lumière large, parsemées de cellules plus grosses, arrondies en coupe et moins sclérifiées; faisceaux libéro-ligneux contigus les uns aux autres formant un demi-cercle entouré d'un manchon scléreux plus deux faisceaux situés dans les angles et entourés d'un manchon scléreux complètement fermé, toutefois l'un des faisceaux est toujours plus développé que l'autre ce qui n'a rien d'étonnant en songeant que la foliole est inéquilatérale et que la première nervure d'un côté n'est pas opposée à sa correspondante; moelle à cellules minces, lignifiées, contenant quelques mâcles d'oxalate; aucune trace de canaux secréteurs.

Côte médiane. — Organisation analogue à celle du pétiolule mais collenchyme cortical homogène et absence des deux faisceaux libéro-ligneux latéraux qui se sont rendus dans les deux premières nervures latérales de premier ordre.

Limbe. — Epiderme supérieur mince, sans poils, ni sto-

mates, à cuticule extrêmement mince. Je n'y si pas trouvé les cellules spéciales dont parlent Radlkofer et Solereder. Pas d'hypoderme; tissu palissadique à deux et trois couches suivant les endroits; tissu parenchymateux très lacuneux, pas beaucoup plus épais que le tissu palissadique; épiderme inférieur très mince, sans poils, à stomates nombreux; faisceaux des nervures entourés d'un manchon fibreux mais ce manchon n'est pas prolongé jusqu'à l'épiderme supérieur par une file de fibres.

III. Filicium decipiens Thw.

Figuré pour la première fois par Burman [Thes. zeyl. A. 45 (1737)] comme „Filix zeylanica, arborescens, pinnis alternis, longis, integris, in apice bifidis, caule membranis aucto", la plante fut d'abord considérée par Wight comme un *Rhus decipiens*, c'est-à-dire comme une Anacardiacée et c'est comme telle qu'il la figura [Illust. of Indian Bot. I, p. 184 et t. 75 (1831)] et la classa [Prodr. fl. Ind. Orient. p. 172 (1834)].

Thwaites distingua cette plante des *Rhus* et créa pour elle le genre *Pteridophyllum* [in Hook. Journ. of Bot. VI, p. 65, t. 1 (1854)] qu'il pensa devoir être rangé dans les Sapindacées [Enum. Pl. Zeyl. p. 59 (1858)], mais, s'aperçevant que ce nom de genre avait déjà été employé par Siebold et Zuccarini [Abhand. Akad. München III, pars 2, p. 719, t. 15 (1843)] pour un genre monotype de Papavéracée japonaise, il le remplaça par *Filicium* [Enum. Pl. Zeyl. addenda p. 408 (1864)] et avec Bentham et Hooker (Gen. Plant. I, pars 1, p. 325 (1862)] en fit une Burséracée.

Depuis lors les auteurs ont été partagés: L. Marchand [Adansonia VIII, p. 40 (1867)] la maintint dans les Anacardiacées; A. W. Bennet [in Hook. Fl. of Brit. Ind. I, p. 539 (1875)], l'Index Kewensis [II, p. 966 (1893)], Trimen [Handbuch Fl. Ceyl. I, p. 240 (1903)] et tout récemment J. C. Willis [Rev. Catal. indig. flow. pl. and ferns Ceyl. p. 17 (1911)] continuèrent d'en faire une Burséracée; Baillon [Hist. des pl. V, p. 405 (1874)], Radlkofer [Sitzungsb. d. k. bair. Akad. Math.-Phys.

Cl., p. 591 (1879) et in Engl. et Prantl Nat. Pflanzenf. III, 5, pp. 358 et 360 (1895)], Engler [Monog. Phanerog. IV, p. 169 (1883)], Th. Durand [Ind. Gen. Phanerog. N°. 1479, p. 81 (1888)] et Jadin [Contribut. étud. Téréb. p. 96 (1894)] soutinrent au contraire que c'était une Sapindacée.

La question n'est donc pas tranchée à l'heure actuelle bien que les monographes aient apporté pour cela toutes les observations nécessaires: les auteurs sont d'accord en effet pour décrire le *Filicium decipiens* comme possédant des loges ovariennes uniovulées et tous ceux qui en ont étudié l'anatomie affirment qu'il n'y a pas de canaux secréteurs libériens, faits dont j'ai pu constater la parfaite exactitude sur le cotype même (Twaites n°. 536) et sur des matériaux frais que M. Willis m'a envoyés de Péradéniya.

Le *Filicium decipiens* ne saurait être une Anacardiacée car, s'il n'a qu'un ovule pendant dans chaque loge de l'ovaire, il n'a pas de canaux secréteurs; il peut encore moins être une Burséracée puisque toutes les plantes de cette famille ont toujours deux ovules collatéraux par loge et des canaux secréteurs libériens; par contre, rien ne s'oppose à ce que ce soit une Sapindacée puisque cette famille n'a, en général; qu'un seul ovule par carpelle et est dépourvue de canaux secréteurs dans le liber.

Les caractères anatomiques qui ont déjà été décrits (cfr. Radlkofer) permettent en outre d'affirmer avec exactitude, que le *Filicium decipiens* est bien une Sapindacée car ils rappellent de très près d'autres genres de la même famille tels que *Dodonœa*.

Muséum d'Histoire naturelle de Paris.
Laboratoire de Phanérogamie.
Décembre 1911.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVI.

Fig. 1. *Pétiole:* fragment de coupe transversale montrant l'inégalité des cellules de la moelle;

» **2.** » Vaisseaux et parenchyme ligneux d'un faisceau anormal;

» **3.** » Ecorce sans région interne différenciée et fibres péricycliques les plus externes différant de celles situées plus à l'intérieur.

» **4.** *Pétiolule:* Coupe transversale montrant la différenciation entre l'écorce externe et l'écorce interne, cette dernière renfermant des canaux secréteurs.

» **5.** » Coupe longitudinale de la même région;

» **6.** » Fibres péricycliques régulières au niveau des faisceaux libéro-ligneux, irrégulières et ponctuées entre ces faisceaux.

» **7.** *Foliole:* coupe transversale.

Grossissement: 260.

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER SAPROPHYTEN JAVAS.

VON

A. ERNST UND CH. BERNARD.

X. Zur Systematik von Burmannia coelestis Don.

VON

J. J. SMITH.

(Hierzu Tafel XVII).

Burmannia coelestis Don. Prodr. 44; Royle III. 373, t. 91; Wall. Cat. 9005; Hook. f. Fl. Br. Ind. V, 665; Trim. Fl. Ceyl. IV, 151. — *B. azurea* Griff. Not. III, 236; Ic. t. 272, f. 1!; Becc. Males. I, 242, t. 15, f. 3!. — *B. javanica* Bl. Enum. Pl. Jav. I, 28; Miq. Fl. Ind. Bat. III, 614. — *B. triflora* Roxb. Fl. Ind. II, 117. — *Cryptonema malaccensis* Turcz. in Flora VI (1848), 590. — *Nephrocelium malaccense* Turcz. l. c. XI (1853), 287; in Walp. Anm. VI, 41 (sphalm. *Nephrocodium*).

Pflanze c. 9—17 cm. hoch. Wurzelblätter c. 4—7, klein, schräg aufrecht, schmal lanzettlich, fein zugespitzt, concav, am Grunde scheidig, hellgrün, c. 0.5—1.7 cm. lang, 0.125—0.55 cm. breit. Stengel aufrecht, unverzweigt oder bisweilen nach oben hin mit einem Seitenzweig, dünn, hellgrün, mit c. 4—6 aufrechten, locker anliegenden, linear lanzettlichen, stark zugespitzten, hellgrünen, concaven, nach oben hin kleiner werdenden und lockerer gestellten Blättern, an der Spitze mit einer gedrungenen, 1—6blütigen Trugdolde. Brakteen linear lanzett-

lich, zugespitzt, spitz, concav, blassgrün, bisweilen mehr weniger lila überlaufen, c. 0.3—0.7 cm. lang. Blütenstielchen sehr kurz, dreikantig, c. 0.05—0.2 cm. (dann eigentlich teils Rachis) lang. Blüten zum grössten Teil hell lila, von der Basis des Fruchtknotens bis ungefähr zur Mitte der Sepalen mit 3 breiten, am Grunde spitzen, nach oben verbreiterten, mehr oder weniger unregelmässig berandeten, an der Spitze zugerandeten oder abgestutzten Flügeln, im ganzen im Umriss verkehrt ei-kegelförmig, c. 0.8—1.2 cm. lang, 0.47—0.75 cm. breit. Blütenröhre dünn, c. 0.35—0.4 cm. lang. Kelchabschnitte breit eirund, mit einem auswärts gebogenen Spitzchen, innen mit 2 flügelartigen, den Rändern parallelen Längsleisten und gegen die Spitze mit 2 Längsschwielen, weiss, am Grunde mit einem dreieckigen, grünen Fleck, an der Spitze hell lila, c. 0.175—0 23 cm. lang. Petalen viel kleiner als die Sepalen, lanzettlich, stumpf, flügelig vierkantig mit hohlen Seiten, weiss, c. 0,125 cm. lang. Antheren 3, im Schlunde sitzend, den Petalen gegenübergestellt; Theken weit abstehend, am Grunde zusammengezogen, mit einem horizontalen Querriss aufspringend, gelb; Konnektiv sehr breit, mit 2 aufrechten, divergierenden, schief keiligen, ausgefressenen, flachen, blass grünen, flügelartigen und einem abwärts gewandten, kegeligen, hellgrünen Anhängsel. Fruchtknoten länglich, dreikantig, mit spitzer Basis, grünlich, c. 0.3—0.5 cm. lang, dreifächerig, mit 3 axillären, dicken, 2teiligen, auf dem Querschnitt zusammen runden, nur an der Aussenseite ∞ Samenanlagen tragenden Samenleisten; Griffel dünn, mit 3 Längsfurchen, weiss, an der Spitze in 3 kurze Ästchen geteilt und blass grüngelb, im ganzen c. 0.375—0.5 cm. lang; Narben 3, in gleicher Höhe mit den Antheren und mit denselben abwechselnd, auswärts gewandt, dick zweilippig; die Oberlippe aufrecht, dick, mit 2 Höckerchen, hohl, an der hinteren Seite mit 2 dreieckigen, aussen rinnigen, vorwärts gebogenen, die Mündung der Höhlung überdeckenden und vollkommen verschliessenden, klappigen Läppchen, unterhalb der Höhlung mit Papillen, hell grüngelb; Unterlippe abwärts gewandt, mit der Oberlippe einen stumpfen Winkel bildend, zugerundet, dünn, weisslich.

Frucht wenig grösser als der Fruchtknoten, von der bleibenden Blütenhülle gekrönt. Samen zahlreich, schief länglich oder ellipsoidisch, c. 0.25 cm. lang.

Hab. Ostindien: Trop. Himalaya; Nepal; Khasia; Chitagong; Andaman-Inseln; Central-Indien; Decan von Hazarebagh bis Tranvancore, Ceylon.
China.
Cochinchina (L. Pierre).
Malakka; Mergui; Singapore.
Mal. Archipel; Sumatra, Toba-See (C. D. Ouwenhand n. 158); Bangka, Muntok (Teysmann, *Roempoet djaroen-djaroen*, Mal.); Java, Buitenzorg (Treub, Raciborski, Smith, Hallier, Boerlage, Backer); Borneo, Singkawang (Teysmann n. 7977), Serawak, Piningiao (Beccari n. 930), Bintoeloe (Beccari n. 3692); Laboean (Beccari); zwischen Sanggouw und Dawar (Hallier n. 2544); Boeroe, Kajeli (Teysmann).
West-Karolinen (Volkens n. 337).
Nord-Australien.
Mauritius.

Die Beschreibung wurde angefertigt nach lebenden und in Alkohol aufbewahrten Pflanzen.

Die Art wird stets als einjährig beschrieben; ich vermute, dass sie ausdauernd ist.

Die Antheren alternieren mit den gleichhoch reichenden Narben; sie sind so breit, dass jede Theke von einer Narbenhälfte und zwar der Unterlippe überdeckt wird. Diese Unterlippe verhindert den Pollen unmittelbar auf die mit Papillen besetzte Stelle zu geraten.

Sowohl an den lebenden wie an den in Alkohol aufbewahrten Specimina habe ich nie eine geöffnete Frucht gesehen. Bei Herbarexemplaren zeigen sie jedoch öfters Querrisse, die vielleicht nur infolge des Pressens entstehen.

B. pusilla Thw. scheint nur eine kleine Form der *B. coelestis* Don. zu sein und auch *B. juncea* Sol. mag derselben Art angehören.

FIGURENERKLÄRUNGEN ZU TAFEL XVII.

Burmannia coelestis Don.

Fig. 1. Pflanze. $^{2}/_{1}$.
» **2.** Blüte. $^{5}/_{1}$.
» **3.** Spitze der Blütenhülle. $^{13}/_{2}$.
» **4.** Sepalum. $^{12}/_{1}$.
» **5.** Petalum von der Seite. $^{34}/_{1}$.
» **6.** Querschnitt eines Petalums. $^{34}/_{1}$.
Fig. 7. Anthere. $^{26}/_{1}$.
» **8.** Stempel. $^{13}/_{2}$.
» **9.** Spitze des Griffels. $^{20}/_{1}$.
» **10.** Querschnitt der Frucht. $^{7}/_{1}$.
» **11.** Samen. $^{24}/_{1}$.

XI. Äussere und innere Morphologie von Burmannia coelestis Don.

VON

A. ERNST UND CH. BERNARD.

(Hierzu Tafel XVIII).

Um den anatomischen Bau und die Entwicklungsgeschichte der saprophytisch lebenden Burmanniaceen Javas mit einem chlorophyllführenden Vertreter der Familie vergleichen zu können, ist (I. 1909. S. 26) eine Untersuchung von *Burmannia coelestis* in Aussicht gestellt worden.

Burmannia coelestis Don. gehört zu den über ganz Indien und den malayischen Archipel verbreiteten Burmanniaarten. Auf Java ist sie an sonnigen Stellen der Ebene und der unteren Gebirgszone recht häufig und, wie aus der Aufzählung von SMITH hervorgeht (X. 1912. S. 221), schon von einer ganzen Reihe von Floristen gesammelt worden. Der grösste Teil unseres Untersuchungsmateriales stammt aus den Parkanlagen in der Umgebung des Gouvernementspalastes in Buitenzorg, wo die Pflanze das ganze Jahr, besonders reichlich in den Monaten Januar bis März, in Blüte getroffen wird.

B. coelestis hat im nichtblühenden Zustande grasähnlichen Habitus. Über einer wenigblättrigen Grundrosette aus lineal-lanzettlichen, scharf zugespitzten Blättern erhebt sich ein schlanker, meistens unverzweigter Stengel mit 3—4 anliegenden, ebenfalls linealen Blättern, welche gegen die eine Trugdolde von 1—5 Blüten tragende Spitze hin allmählig an Grösse abnehmen. Die blühende Pflanze mit ihrem 10—20 cm. hohen, schlanken Blütenstande und den zart lilafarbigen Blüten bietet einen ungemein zierlichen Anblick.

Untersuchungen über den anatomischen Bau nicht saprophy-

tischer Burmanniaceen sind noch wenig angestellt worden. In seiner Bearbeitung der Burmanniaceen in den „Natürlichen Pflanzenfamilien" (II. 6. S. 44) vergleicht Engler den anatomischen Bau der von ihm selbst untersuchten grünen *Burmannia bicolor* mit den von Johow (l. c. 1885) untersuchten saprophytischen Burmanniaceen *Gymnosiphon trinitatis* [1]) und *Apteria setacea* und Johow selbst hat in seiner zweiten Arbeit (l. c. 1889) die grüne *B. capitata* zum Vergleich mit den chlorophyllosen Burmanniaceen herbeigezogen. Vergangenes Jahr hat Colozza [2]) die Ergebnisse einer anatomischen Untersuchung mehrerer grüner Burmanniaarten, *B. coelestis* D. Don, *B. disticha* Linn., *B. juncea* Soland., *B. nepalensis* Wall., *B. pusilla* Thw. und *B. quadriflora* Willd. veröffentlicht, in welcher er den Bau von Stengel, Blatt und Wurzel dieser Arten beschreibt, soweit er denselben an dem ihm zur Verfügung stehenden Herbarmaterial feststellen konnte. Die Ergebnisse unserer ebenfalls schon 1909 durchgeführten anatomischen Untersuchung von *B. coelestis* decken sich, was Stengel und Blatt anbetrifft, in der Hauptsache mit den Angaben Colozzas. Untersuchungen über den Bau der Wurzel hat Colozza nur bei einer der oben genannten 6 Arten, bei *B. disticha*, angestellt; von allen anderen Arten, auch von unserer *B. coelestis*, hat ihm allem Anschein nach kein passendes Material zur Verfügung gestanden. Der besondere Zweck unserer Untersuchung liess ausser für die noch gar nicht untersuchte Wurzel auch für Stengel und Blatt eine eingehendere und mit Zeichnungen belegte Darstellung der anatomischen Verhältnisse von *B. coelestis* wünschenswert erscheinen.

Die unterirdischen Organe von *B. coelestis* sind wesentlich von denjenigen der saprophytischen *B. candida* und *B. Championii* verschieden. *B. Championii* hat ein knollen- oder keulenförmiges Rhizom, von dessen Oberfläche in grosser Zahl dünne Wurzeln abgehen; *B. candida* besitzt stark verdickte, fleischige

---

1) siehe Fussnote 1 in (1909. III. S. 49).

2) Colozza A., Contributo allo studio anatomico delle Burmanniaceae. Bullettino della Società botanica italiana. 1910. S. 106—115.

Wurzeln. Beiden Arten gegenüber zeigt nun *B. coelestis* ein nach Gestalt und Grössenverhältnissen völlig normales Wurzelsystem. Der Stengel endigt im Boden mit einem rhizomartigen Teil, der nach unten allmählig in die senkrecht abwärts wachsende Hauptwurzel übergeht. Diese trägt einige, meistens ganz kurz bleibende, fadenförmige Seitenwurzeln. Ausserdem entspringen an der Basis des Stengels, selbst noch zwischen den Blättern der grundständigen Rosette, Adventivwurzeln in grösserer Zahl, von denen die kräftigsten ebenfalls kurze Seitenwurzeln erzeugen. Die oberste Partie der Hauptwurzel ist gelegentlich ziemlich stark verdickt. Die Untersuchung von Querschnitten gibt über ihre Wurzelnatur sofort Aufschluss.

Die Wurzeln der saprophytischen Burmanniaceen zeigen weder an den älteren noch an den jüngeren Teilen Wurzelhaare. Die das Absorptionsgewebe bildenden Oberflächenzellen sind bei den einen Arten (z.B. *B. candida*) klein, bei anderen dagegen (z.B. *B. Championii*) bedeutend grösser als die Zellen des subepidermalen Gewebes. Die Aussenwände sind bei grossen und kleinen Zellen flach oder höchstens schwach papillenartig nach aussen vorgewölbt.

Auch die grünen Burmanniaarten scheinen der Wurzelhaare zu entbehren, wenigstens ist dieser Mangel bis jetzt bei allen untersuchten Arten hervorgehoben worden; von Engler für *B. bicolor* Mart., Colozza fand an der Wurzel von *B. disticha* abgeplattete Epidermiszellen mit stark verdickter und konvex nach aussen vorgewölbter Aussenwand und auch an unserer *B. coelestis* fehlen Wurzelhaare vollständig. Ihre Epidermis besteht, am meisten vergleichbar derjenigen von *B. Championii*, aus grossen Zellen, welche diejenigen der nach innen folgenden Rindenschichten mehrfach an Grösse übertreffen. Die Hauptwurzel ist ebenfalls ohne Wurzelhaare, ihre Epidermiszellen sind kleiner als diejenigen der Neben- und Adventivwurzeln.

Unter der Epidermis folgt eine bei den Fadenwurzeln 3—5 Zellschichten mächtige Rinde. Die subepidermale Schicht derselben besteht aus tangential stark abgeplatteten Zellen. Diejenigen der inneren Schichten sind abgerundet, häufig fast

kugelig und durch grössere und kleinere Interzellularen von einander getrennt (Fig. 9, Taf. XVIII). Ausser diesen kleinen Interzellularen finden sich im Rindengewebe einige grössere Lücken lysigenen Ursprunges, welche den weiten Luftkanälen entsprechen, die von Engler in den Wurzeln der *B. bicolor*, von Johow bei *B. capitata* (1889, S. 496) und von Colozza in denjenigen der *B. disticha* nachgewiesen worden sind.

Adventiv- und Seitenwurzeln von *B. coelestis* sind meistens verpilzt. Sitz des Pilzes sind, wie bei *B. Championii* und bei der grünen *B. capitata* (Johow 1889, S. 501), in erster Linie die grossen Epidermiszellen. Die Zellen der Rindenschichten, besonders die abgerundeten Zellen der drei inneren Schichten, sind fast stets pilzfrei. Die Hauptwurzel hat pilzfreie Epidermis und Rinde; nicht selten sind auch einzelne Adventivwurzeln ganz pilzfrei. Die Endodermis zeichnet sich bei Haupt- und Nebenwurzeln durch die starke Verdickung und Cutinisierung der Aussen- und Radialwände aus. Durchlasszellen fehlen wie bei den von uns untersuchten saprophytischen Arten vollständig, während solche nach Colozza bei *B. disticha* vorhanden sind. Die Endodermis von *B. coelestis* besteht im Querschnitt meistens aus 10—12 unter sich dicht zusammenschliessenden Zellen (Fig. 9 u. 10, Taf. XVIII).

Ihre Aussenwand ist wie die Wände der Rindenzellen stark gerundet, so dass zwischen der Endodermis und der nächst folgenden Rindenschicht, wie zwischen zwei gewöhnlichen Rindenschichten, ein Kranz von kleinen Interzellularen vorhanden ist. Die Membranverdickung ist etwas weniger stark als bei *B. candida* und *B. Championii*; eine damit übereinstimmende Wahrnehmung hat Johow bei der Vergleichung von *B. capitata* mit den brasilianischen chlorophyllosen Burmanniaceen gemacht. Fig. 11, Tafel XVIII stellt den Zentralstrang einer Wurzel von *B. coelestis* dar, in welcher die charakteristischen Verdickungen der Endodermiswände sogar vollständig fehlen. Es muss dahin gestellt bleiben, ob es sich in diesem Beispiele um eine junge Wurzel handelt, an welcher die typische Ausgestaltung der Endodermiszellen noch nicht erfolgt ist, oder ob auch an ein-

zelnen älteren Wurzeln diese Membranverdickungen fehlen. Unmöglich wäre dies nicht, da nach Engler auch bei *B. bicolor* die Endodermis dünnwandig bleibt und das gleiche, wie von uns früher gezeigt worden ist (1909 II. S. 41) auch bei *Thismia javanica* der Fall ist.

Der Zentralzylinder der Wurzel ist nicht stärker entwickelt und differenziert als derjenige der Wurzeln von *B. candida* und *B. Championii*. Häufig besteht er sogar nur aus einer einzigen Schicht wahrscheinlich prokambialer Zellen, die um ein grösseres Gefäss angeordnet sind, oder es haben nur einzelne dieser Zellen auf einem früheren Entwicklungsstadium ein oder zwei Teilungen erfahren, sodass an ihrer Stelle Gruppen von zwei bis drei kleineren Zellen zwischen die grösseren, ungeteilten Zellen eingeschaltet sind. Dickere Adventivwurzeln sind etwa ähnlich gebaut wie nach Johow die Wurzeln von *B. capitata*. Zwischen Endodermis und einer drei bis vier Gefässe umfassenden Gruppe sind zwei bis vier Schichten konzentrischer Zellen vorhanden (Fig. 10 Taf. XVIII). Eine Unterscheidung von Perizykel, Hadrom-, Leptom- und Parenchymelementen ist aber auch hier ganz unmöglich. Im Zentralzilinder der Hauptwurzel dagegen ist es leicht, innerhalb Endodermis und Perizykel deutliche Leptom- und Hadromgruppen zu unterscheiden. Ihre Zahl ist veränderlich und nimmt von der Uebergangsstelle der Achse in die Wurzel gegen deren Spitze hin ab.

Im Gegensatz zu *B. Championii* besitzt *B. coelestis* keinen besonders differenzierten, unterirdischen Sprossteil. Sofern die Pflanze also, wie Smith vermutet, nicht einjährig, sondern mehrjährig ist, bleibt wahrscheinlich ausser den Wurzeln auch noch das die Blattrosette tragende Basalstück der Achse erhalten. Die Gewebedifferenzierung des Stengels von *B. coelestis* ist schärfer als bei den untersuchten saprophytischen Arten. Auf Querschnitten erscheinen die Epidermiszellen, wie bei *B. Championii*, in der Radialrichtung gestreckt. Ihre Aussenwand ist von einer deutlichen Cuticula überzogen und stark verdickt, wobei die Verdickungsschichten sich bis über einen Drittel der Radialwände fortsetzen. Ebenso ist die Innenwand der Epider-

miszellen und das innerste Drittel der Radialwände verdickt, so dass also in jeder Epidermiszelle nur mittlere Streifen der Radialwände unverdickt bleiben. Abgesehen von der Cuticula ergeben alle anderen Membranschichten ausschliesslich Cellulosereaktion. An den untersten Partien des Stengels fehlen die eben beschriebenen Membranverdickungen. In der Flächenansicht sind die Epidermiszellen langgestreckt. Zwischen den gewöhnlichen Epidermiszellen sind die Spaltöffnungsapparate, 15—20 per mm², ziemlich gleichmässig verteilt. Grösse und Gestalt der Stomata stimmen mit denjenigen der Blätter überein.

Wie die Epidermis ist auch die parenchymatische Rinde in den oberen und unteren Teilen des Stengels verschieden ausgebildet. In den oberen Teilen der Achse besteht sie (Fig. 5, Taf. XVIII) aus 3—4 Schichten stark abgerundeter Zellen mit zahlreichen Chlorophyllkörnern. In den basalen Stengelteilen sind die Zellen des 6—8 Schichten mächtigen Rindengewebes von gleicher Gestalt und Membranbeschaffenheit, aber chlorophyllärmer. Wie bei *B. candida* und *B. Championii* folgt nach innen ein Sklerenchymzilinder, allerdings von viel typischerer Ausbildung als bei jenen. Im oberen Teil des Stengels besteht er aus zwei vollständigen Schichten lückenlos zusammenschliessender Zellen mit stark verdickten und verholzten Wänden, welche zwischen sich und den anstossenden Gewebeschichten feine Tüpfelkanäle aufweisen. An der Stengelbasis ist der sklerenchymatische Ring meistens weniger gut entwickelt. Die Verdickung der Membranen nimmt nämlich an Stärke von den gemeinsamen Tangentialwänden der beiden Schichten aus nach aussen und innen beträchtlich ab.

Die leitenden Gewebestränge, 10—12 an Zahl, legen sich, ähnlich wie bei *B. Championii*, der Innenseite des Sklerenchymzilinders unmittelbar an. Wie aus den schematisierten Figuren 7 und 8 Tafel XVIII ersichtlich ist, sind dieselben von verschiedener Stärke. Auch die dünnsten setzen sich aus Hadrom und Leptom zusammen, wobei das etwas stärker ausgebildete, 10—15 Elemente umfassende Hadrom nach aussen, das kleinzellige Leptom nach innen gekehrt ist. Andeutungen von Cam-

biumbildung und Cambiumtätigkeit fehlen auch bei dieser Art vollständig. Das die einzelnen Bündel verbindende parenchymatische Gewebe geht nach innen in das Markgewebe über. Im oberen Stengelteil wird dasselbe von einer lysigen entstandenen Markhöhle durchzogen. Am Stengelgrunde dagegen fehlt nicht nur die Markhöhle vollständig, sondern sind im Gegenteil die Wände der Markzellen stark verdickt. Ausser für *B. coelestis* gibt Colozza die Ausbildung einer Markhöhle auch noch für *B. disticha*, *B. juncea* und *B. quadriflora* an, wobei er indessen nicht mitteilt, ob diese Höhle den ganzen Stengel durchzieht, oder ob dieselbe, wie von uns bei *B. coelestis* festgestellt worden ist, nur im oberen Teil des Stengel vorhanden und im unteren Teil durch ein dickwandiges Markgewebe ersetzt ist.

Die Unterschiede im Stengelbau von *B. coelestis* sowie der anderen von Colozza untersuchten grünen Burmanniaarten gegenüber den saprophytischen *B. candida*, *B. Championii* und den von Johow untersuchten saprophytischen Burmanniaceen, bestehen also im Vorkommen von Spaltöffnungen in der Epidermis, in der stärkeren Ausbildung der Cuticula und der Verdickung der äusseren und der inneren Epidermiswand, dem Chlorophyllgehalt des interzellularenreichen Rindengewebes, der stärkeren Ausbildung und Verholzung der Zellwände im mechanischen Gewebe und der Differenzierung des Markgewebes; dagegen sind die Leitbündel bei den chlorophyllhaltigen Arten weder in grösserer Zahl vorhanden, noch im einzelnen besser differenziert, als bei den chlorophyllosen nachgewiesen worden ist.

Ueber den Blattbau von *B. coelestis* werden wir bei Colozza in 6 Zeilen orientiert. Da seine Angaben unvollständig und zum Teil unrichtig sind und gerade der Blattbau für den Vergleich mit den saprophytischen Arten besonders ins Gewicht fällt, soll die Blattanatomie besonders eingehend behandelt werden.

Die Blätter von *B. coelestis* unterscheiden sich, abgesehen von ihrer bedeutenden Grösse, auch sonst in mehrfacher Hinsicht von denjenigen der saprophytischen Arten. An aufgehellten Blättern fällt sofort die viel stärkere Ausbildung des Adersystems auf. Während die schuppenförmigen Blätter von

B. candida und *B. Championii* nur ein schwach entwickeltes Leitbündel in der Mittelrippe aufweisen, wird jede Blatthälfte von *B. coelestis* noch von je drei weiteren Leitbündeln von der Basis bis gegen die Spitze hin durchzogen. Ferner sind die parallel laufenden Bündel durch dünne Querästchen unter einander verbunden, welche namentlich gegen die Spitze des Blattes hin ziemlich häufig sind. An aufgehellten Blättern sind in diesen Anastomosen wie in den längsverlaufenden Bündeln sehr gut die mit spiraligen Verdickungsleisten der Membran versehenen Tracheiden sichtbar. Alle Blätter der Pflanze sind chlorophyllhaltig, diejenigen der Grundrosette sind vielfach etwas heller als die Stengelblätter, vielleicht infolge schwachen Etiolementes. Die Vorblätter des Blütenstandes zeigen häufig eine leichte Violettfärbung. Spaltöffnungsapparate sind ebenfalls auf allen Blättern vorhanden. Ihre Zahl ist von uns an einigen grundständigen und stengelständigen Blättern bestimmt worden. Am grössten ist ihre Anzahl auf der Unterseite der in mittlerer Höhe am Stengel inserierten Blätter und auf der Unterseite der Vorblätter. Wir zählten hier 18—40 Spaltöffnungen per mm^2; die Oberseite der gleichen Blätter führte 6—14 Stomata per mm^2. Beiderseits ist die Basis des Blattes etwas ärmer, die Mitte und besonders die Spitze reicher an solchen. Bedeutend geringer ist die Spaltöffnungszahl an den Blättern der Grundrosette. An den untersten derselben ist die obere Epidermis häufig ohne Spaltöffnungen, auch in der unteren Epidermis finden sich solche in der basalen Blatthälfte nur vereinzelt vor und erst von der Mitte des Blattes gegen die Spitze hin beträgt deren Anzahl 10—20 per mm^2.

Die gewöhnlichen Epidermiszellen beider Blattseiten sind in der Ansicht langgestreckt, im Blattquerschnitt isodiametrisch. Die Aussenwand ist stark verdickt und von einer gleichmässig dicken Cuticula überzogen. Ähnlich wie an den Epidermiszellen des Stengels gehen die Wandverdickungen von der Aussenwand auf die Radialwände über. Die Verdickung der Innenwand ist noch auffälliger als an der Stengelepidermis, an den Kanten häufig von collenchymatischem Habitus, und in

den mittleren Partien von deutlichen Tüpfelkanälen durchsetzt.

Das chlorophyllhaltige Mesophyll besteht wohl nur ausnahmsweise in der ganzen Breite der Blattspreite aus nur zwei Zellschichten, wie von Colozza angegeben wird. Der Mittelrippe des Blattes entlang zählten wir 4—5 Schichten stark gerundeter, chlorophyllhaltiger Zellen. Gegen die Blatträndер hin wird das Mesophyll niedriger, aber auch in der Umgebung des äussersten Leitbündels (Fig. 1, Taf. XVIII) sind immer noch zwei Lagen solcher Zellen vorhanden. Im Mesophyll kommen viele und grosse Interzellularen vor, die mit den Atemhöhlen der Spaltöffnungsapparate von Blattunter- und Oberseite kommunizieren. Die Spaltöffnungen (Fig. 1—3, Taf. XVIII) haben vollkommen normalen Bau. Der Spaltraum ist in Vorderhof, Zentralspalte und Hinterhof gegliedert, die Bauchwand der Schliesszellen weist die typischen Cuticularleisten auf Aussen- und Innenseite auf, der Zellinhalt enthält ausser dem Zellkern eine Anzahl stärkehaltiger Chlorophyllkörner. Es sind diese Apparate, im Gegensatz zu den modifizierten von *B. candida*, jedenfalls vollkommen funktionsfähig. Wie auch von Colozza festgestellt worden ist, fehlen den Spaltöffnungsapparaten besondere Nebenzellen.

Die Leitbündel der Blätter legen sich an die obere Epidermis an (Fig. 1, Taf. XVIII). Die Bemerkung Colozzas „I fasci vascolari sono enormemente ridotti, risultanti di pochissimi e piccolissimi elementi (tracheidi spirali)" ist, wie ein Blick auf die solche Bündel darstellenden Figuren 1 und 4, sowie die bei gleicher Vergrösserung Leitbündel des Steugels darstellenden Figuren 5 und 6 von Tafel XVIII zeigt, nicht allzu wörtlich zu nehmen. Das Leitbündel der Blattmittelrippe hat ungefähr Stärke und gleiche Differenzierung wie eines der kleineren Bündel der Achse und auch in den seitlichen Bündeln ist der Hadromkomplex immer noch aus 3—10 Spiraltracheiden zusammengesetzt und deutlich von dem kleinzelligeren Leptom zu unterscheiden.

Besser als der Bau von Wurzel und Stengel lässt derjenige der Blätter grüner und chlorophylloser Burmanniaarten Bezie-

hungen zwischen der Organdifferenzierung und der besonderen Lebensweise der holosaprophytischen Arten erkennen. Die geringere Grösse und der ganze vereinfachte Bau der Schuppenblätter der Saprophyten sind Folgen des Verlustes selbständiger Assimilationstätigkeit. In Correlation mit dem Chlorophyllgehalt des Mesophylls und der photosyntetischen Funktion der Blätter der grünen Arten stehen die stärkere Ausbildung des Leitungssystemes der Blätter, der Epidermisaussenwände und im besonderen das Vorkommen zahlreicher Spaltöffnungsapparate. Das Fehlen der Assimilationstätigkeit bei den saprophytischen Arten hat die Reduktion der Blattgrösse, die geringere Entwicklung des Leitungssystemes für Zu- und Ableitung, das Fehlen der Apparate zur Förderung und Regulierung der Transpiration zur Folge. Die geringe Oberflächenentwicklung der schuppenförmigen Blätter, sowie der Wasserreichtum der Standorte machen besondere transpirationshemmende Strukturen überflüssig.

Ueber den äusseren und inneren Bau der Blüte können wir uns in diesem Kapitel kurz fassen. Der äussere Bau der Blüte, Anordnung, Grösse und Gestalt ihrer Elemente, ist ausführlich im vorhergehenden Kapitel beschrieben. Gynaeceum und Androeceum werden nach Bau, Entwicklung und gegenseitigen Beziehungen später eingehend behandelt. Der Leitbündelverlauf in der Blüte stimmt in der Hauptsache mit demjenigen der Blüten von *B. candida* (VIII, 1911, S. 95) überein. Die Oberflächenzellen der Fruchtknotenwand, der breiten Flügel und der Kronröhre sind langgestreckt (Fig. 12, Taf. XVIII) und haben gewellte Querwände. Spaltöffnungen kommen weder in der äusseren noch in der inneren Epidermis der Blütenteile vor. Dagegen enthalten die Mesophyllzellen der Blütenhülle Chlorophyllkörner und teilweise auch, wie die Epidermiszellen, violetten Zellsaft.

FIGURENERKLÄRUNG ZU TAFEL XVIII.

Burmannia coelestis Don.

(Bei der Reproduktion ist diese Tafel auf 2/3 Seitenlänge reduziert worden. Die Vergrösserungsangaben für die einzelnen Figuren beziehen sich auf die Originalzeichnungen. Bei Messungen an den Figuren dieser Tafel sind die Masse mit 3/2 zu vervielfachen).

Fig 1. Stück eines Blattquerschnittes mit einem der seitlich der Mittelrippe verlaufenden Leitbündel. Epidermis der Ober- und Unterseite mit stark verdickter Aussenwand und deutlicher Cuticula. Innenwand der beiden Epidermen ebenfalls stark verdickt. Die Verdickungsschichten beginnen an den Radialwänden und viele Zellen zeigen an der Innenwand fast typisch collenchymatische Wandverdickung. Leitbündel an die Epidermis der Oberseite angelehnt, in der unteren Epidermis eine Spaltöffnung. Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig. 2. Spaltöffnungsapparat mit umgebenden Zellen. Starke Ausbildung der Cuticularleisten auf Aussen- und Innenseite der Bauchwand. Vergr. $^{800}/_{1}$.

Fig. 3. Untere Epidermis mit Spaltöffnungen in Flächenansicht. Den Membranen sitzen in ziemlich grosser Zahl kleine, fast wie winzige Haarbildungen aussehende, 2—3 zellige Fremdorganismen auf, wahrscheinlich Pilzsporen [Pestalozzia etc.]. Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig. 4. Leitbündel der Blattmittelrippe im Querschnitt. Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig. 5 Partie eines Stengelquerschnittes. Epidermiszellen wie diejenigen der Blätter mit verdickter Aussen- und Innenwand. Interzellularenreiches Rindengewebe, zweischichtiger mechanischer Zilinder. An diesen auf der Innenseite sich anschliessend ein Leitbündel, Markgewebe. Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig. 6. Grösseres Leitbündel auf der Innenseite des mechanischen Gewebes. Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig. 7. Querschnitt durch den oberen Teil des Achse in schematisierter Darstellung. Leitbündel und sklerenchymatischer Ring in ziemlich peripherischer Lagerung. Vergr. $^{68}/_{1}$.

Fig. 8. Querschnitt durch den untersten, Wurzeln tragenden Teil der Achse. Leitbündel und mechanisches Gewebe stark nach innen verlagert. Vergr. $^{68}/_{1}$.

Fig. 9. Partie eines Wurzelquerschnittes mit Zentralzilinder, Endodermis, 4 Rindenzellschichten und grosszelliger Epidermis Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig. 10. Zentralzilinder einer Adventivwurzel. Endodermis zwölfzellig mit stark verdickten Radial- und Innenwänden. Im Zentralstrang eine Gefässgruppe, umgeben von 3 conzentrischen Lagen wenig differenzierter Zellen Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig. 11. Zentralzilinder einer Wurzel mit umgebender Endodermis. Anordnung der Zellen wie in Fig. 9. Die Verdickung der Endodermiszellwände ist noch nicht erfolgt. Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig 12. Oberflächenansicht eines Flügels der Blütenhülle. Vergr. $^{400}/_{1}$.

XII. Entwicklungsgeschichte des Embryosackes, des Embryos und des Endosperms von Burmannia coelestis Don.

VON

A. ERNST UND CH. BERNARD.

(Hierzu Tafel XIX—XXII.)

Wie schon in einer vorläufigen Mitteilung[1]) auseinandergesetzt worden ist, unterscheiden sich die in der Überschrift genannten Entwicklungsvorgänge bei *B. coelestis* wesentlich von denjenigen der schon ausführlich beschriebenen anderen Vertreter der Gattung *Burmannia*. In der nachfolgenden Darstellung wird das Hauptgewicht auf die genaue und ausführliche Beschreibung dieser abweichenden Verhältnisse gelegt.

1. *Erste Entwicklung der Samenanlage, Ausbildung des Embryosackes bis zum Vierkernstadium.*

Auch bei *B coelestis* erscheint, wie bei *B. candida* und *B. Championii*, die jugendliche Samenanlage zunächst in Gestalt einer zilindrischen oder kegelförmigen Hervorwölbung der Plazenta. Sie besteht aus einer zentralen Reihe von drei bis sechs Zellen, welche von einer einfachen, dermatogenen Schicht aus etwas kleineren Zellen umhüllt werden (Fig. 1 u. 2, Taf. XIX). Während sie unter rasch aufeinanderfolgenden Kern- und Zellteilungsvorgängen heranwächst und etwa in halber Höhe die Integumentwülste bildet (Fig. 3 u. 4, Taf. XIX), beginnt sich die an der Spitze der zentralen Zellreihe gelegene subdermatogene Zelle von den andern in ihrer Entwicklung zu unter-

---

1) ERNST, A., Apogamie bei Burmannia coelestis Don. Ber. d. d. bot. Ges. Jahrg. 1909. Bd. 27. S. 157—168. 1 Tafel.

scheiden. Sie vergrössert sich stark, ihr Zytoplasma wird dichter und der Kern schwillt auffallend an. Sie wird zur Archesporzelle (Fig. 5–8, Tafel XIX). Diese ist also, wie bei den anderen Burmanniaceen, nur von einer einzigen Schicht kleiner, aber grosskerniger Nucelluszellen umgeben. Von den beiden Integumenten ist das innere (Fig. 5 u. 6, Taf. XIX) bis auf die Scheitelhöhe der Archesporzelle herangewachsen. An seiner Basis ist es einschichtig, gegen den Scheitel hin wird es, sich wulstig verbreiternd, zweischichtig. Das äussere Integument wächst langsamer heran. Auf der dem Funiculus zugekehrten Seite wird es meistens gar nicht angelegt. Der ganze Körper der Samenanlage hat sich auf diesem Entwicklungsstadium schon halb gewendet, sodass seine Achse mit der Mittellinie des Funiculus etwa einen Winkel von 60° bildet (Fig. 5, Taf. XIX). Ist später die anatrope Stellung vollständig geworden, so liegt das innere Integument, wenigstens in den mittleren Partien, dem Funiculus dicht an, sodass die an einzelnen Samenanlagen vorhandene Anlage zu einem äusseren Integument sich nicht weiter entwickeln kann. Dagegen bleibt die dem Typus der anatropen Samenanlage eigentümliche Verwachsung von Integument und Funiculus aus.

Die Archesporzelle wird ohne vorhergehende Teilungen zur Embryosackmutterzelle und diese in der Regel zum Embryosacke selbst. Dieses Verhalten ist, wie schon an früherer Stelle angeführt wurde (XI. 1912. S. 167) für *B. coelestis* charakteristisch. Sie bildet hinsichtlich der Tetradenteilung das Endglied einer Reduktionsreihe in der Familie der Burmanniaceen. Wie in der vorläufigen Mitteilung (l. c. S. 159) angeführt wurde, sind bei der Durchmusterung zahlreicher Präparate von *B. coelestis* mit hunderten von ein- zwei- und vierkernigen Embryosäcken nur drei Samenanlagen gefunden worden, in welchen eine Teilung der Embryosackmutterzelle erfolgt war und eine der beiden Tochterzellen zum Embryosack wurde. Bei den seither fortgesetzten Untersuchungen sind noch weitere Samenanlagen dieser Art gefunden worden, und es hat sich gezeigt, dass dieselben in einzelnen Blüten ziemlich häufig sind, während

sie anderen vollkommen fehlen. Vielleicht steht diese Eigentümlichkeit in Beziehung zu anderen Abweichungen, auf welche noch hinzuweisen sein wird. Die ersten, die Entwicklung des Embryosackes einleitenden Vorgänge sind also verschieden und es soll zunächst das für die grosse Mehrzahl der Samenanlagen gültige Verhalten dargestellt werden.

Vor den Vorbereitungen zur ersten Kernteilung ist die Embryosackmutterzelle etwa 33 μ lang und in der mittleren, kernhaltigen Zone etwa 12 μ breit. Jhr Kern ist entweder vollkommen kugelig, mit einem Durchmesser von ca. 9 μ, oder in der Längsrichtung der Zelle etwas gestreckt. Die ersten beiden Kernteilungsschritte folgen wahrscheinlich sehr rasch aufeinander. Die Achse der ersten Teilungsfigur verläuft in der Längsrichtung des Sackes, sodass von den beiden Tochterkernen (Fig. 9 u. 11, Taf. XIX) der eine gegen den Scheitel, der andere gegen die Basis der Zelle zu liegen kommt. Die Vacuolisierung des Zytoplasmas unterbleibt in der Regel bis nach Verlauf der zweiten Kernteilung. Die Achsenstellung der beiden Spindeln dieser Teilung (Fig. 19, Taf. XIX) ist je nach den Dimensionen der Zelle variabel. Im Vierkernstadium sind alle vier Kerne (Fig. 20, Taf. XIX) in einer Reihe gelagert, oder (Fig. 21 u. 22 Taf. XIX) die beiden vordern hintereinander, die beiden untern nebeneinander. Der in Figur 18 dargestellte zweikernige Embryosack hat eine Länge von 37 μ, eine Breite von 13 μ. Der obere seiner beiden Kerne hat 9 μ Durchmesser, die Dimensionen des unteren sind 11 μ und 7, 4 μ. Vierkernige Embryosäcke, wie diejenigen von Figur 21—23, haben 35—45 μ Länge und 13—20 μ Breite, ihre Kerne Durchmesser von 5,5—7,5 μ. Einzelne Embryosäcke bleiben im Wachstum noch mehr zurück, so ist der in Figur 3, Taf. XX dargestellte Embryosack nur 20 μ lang. Die zwei- und vierkernigen Embryosäcke sind also, wie diese Angaben zeigen, nicht oder nicht wesentlich grösser als die einkernige Mutterzelle. Man darf hieraus und aus dem weiteren Umstande, dass auch die übrigen Teile der Samenanlagen mit vierkernigen Säcken nicht weiter entwickelt sind als an solchen mit einkernigen Mutter-

zellen, wohl den Schluss ziehen, dass die beiden beschriebenen Teilungen, vergleichbar denjenigen einer typischen Tetradenteilung, rasch aufeinanderfolgen und sich in sehr kurzer Zeit abspielen. Ein direkter Beweis hierfür ist natürlich unmöglich, da sich in demselben Fruchtknoten die verschiedensten der angeführten, sowie noch jüngere und andere, schon ältere Entwicklungsstadien vorfinden können.

Neben den Samenanlagen mit dem geschilderten Verlauf der Vierkernbildung gibt es solche, die sich durch Unterschiede in Form und Lagerung der Kerne, durch frühzeitige Ausbildung von Vacuolen im Zytoplasma etc. auszeichnen. Unter den zweikernigen Embryosäcken z.B. fallen einzelne mit nebeneinander liegenden, langgestreckten Kernen auf (Fig. 15—17, Taf. XIX). In dem in Fig. 15, Tafel XIX dargestellten Embryosack z.B. beträgt die Länge des grösseren der beiden Kerne 24 μ, die Breite 5,5 μ. Der Embryosack von Fig. 16 Tafel XIX ist 28 μ lang und 13 μ breit, seine Kerne haben eine Länge von 13 μ und eine Breite von 4 μ. Diese und ähnliche Form- und Lagerungsverhältnisse sind wohl darauf zurückzuführen, dass in den betreffenden Embryosäcken die erste Kernteilung statt in der Längsrichtung in der Querrichtung verlief (Fig. 14, Taf. XIX) und die beiden Tochterkerne bei der geringen Breite des Embryosackes schmale, langgestreckte Form annehmen. Dann gehören zu diesen Abweichungen die, wie schon oben angeführt wurde, in den einzelnen Fruchtknoten verschieden häufigen Fälle, in welchen der ersten Kernteilung eine Zellteilung nachfolgt. Wie Figur 11 und 12 Tafel XIX zeigen, ist diese Teilung eine ziemlich äquale. Von den beiden Tochterzellen entwickelt sich die untere (Fig. 12, Taf. XIX), seltener die obere (Fig. 13, Taf. XIX) zum Embryosacke. Die Teilungswand zwischen den beiden Tochterzellen ist unmittelbar nach ihrer Anlage ausserordentlich fein und kann leicht übersehen werden. In späteren Stadien ist die Zweiteilung in die Augen fallend, weil in der einen der beiden Zellen der Inhalt sich von der Teilungswand losgelöst hat und auch anders gefärbt erscheint.

Für andere Angiospermen, wie z.B. *Peperomia*[1]), *Smilacina*[2]), *Epipactis*[3]), bei welchen die Tetradenteilung der Embryosackmutterzelle ebenfalls ganz oder teilweise ausfällt, ist in neuerer Zeit zwischen einzelnen oder allen der vier ersten Kerne des Embryosackes die Bildung von feinen, später meistens wieder verschwindenden Membranen beschrieben worden. Ähnliche Vorgänge suchten wir nun, allein ohne Erfolg, auch bei *B. coelestis* festzustellen. Bei der Durchmusterung unserer Präparate mit den in Frage kommenden Stadien, sind wir zur Überzeugung gelangt, dass bei *B. coelestis* in den Anaphasen der ersten Kernteilung allerdings eine schwach entwickelte Zellplatte gebildet wird, eine solche auch im Verlauf der zweiten Teilung, manchmal sogar etwas deutlicher als bei der ersten Teilung, sichtbar wird, wirkliche Teilungswände aber aus diesen zellplattenähnlichen Strukturen aber nur in den wenigen Fällen hervorgehen, bei denen es zu einer definitiven Teilung der Embryosackmutterzelle in zwei Tochterzellen kommt. Wir vertreten also nach wie vor die Ansicht, dass wirklich die Tetradenteilung der Embryosackmutterzelle ausfällt und diese selbst sich als eine Makrospore weiterentwickelt, der Embryosack also nicht, wie Brown und andere wollen, aus der Vereinigung von vier Makrosporen hervorgeht.

In Bezug auf die Abkürzung oder vielmehr die vollständige Unterdrückung der Tetradenteilung verhält sich *B. coelestis* zu den anderen von uns bis jetzt untersuchten Burmanniaarten ähnlich wie andere apogame Angiospermen zu den nächstverwandten, geschlechtlichen Arten. In gleicher Weise bleibt, um nur an einige altbekannte Beispiele zu erinnern, nach Juel[4])

---

1) Brown, W. H., The nature of the embryo sac of *Peperomia*. Botanical Gazette. 1908 46 S. 445—460. Pl. XXXI—XXXIII.

2) Mc. Allister, F., The development of the embryo sac of *Smilacina stellata*. Botanical Gazette. 1909. 48. S. 200—215. Pl. XV.

3) Brown, W. H. and Sharp L. W., The embryo sac of *Epipactis*. Botanical Gazette. 1911. 52. S. 439–452. Pl. X.

4) Juel, H. O. (1900), Vergleichende Untersuchungen über typische und parthenogenetische Fortpflanzung bei der Gattung *Antennaria*. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, Bd. 33, 1900, No. 5. S. I—59.

(l. c. S. 20) auch bei der parthenogenetischen *Antennaria alpina* die Tetradenteilung vollständig aus und wird die Mutterzelle direkt zum Embryosack, während bei der nicht parthenogenetischen *Antennaria dioica* die Tetradenteilung regelmässig verläuft. Bei der zuerst von WINKLER [1]) und nachher wieder von STRASBURGER [2]) untersuchten *Wikströmia indica* erfolgt in der Regel keiner, oder dann, wie wir es nun auch für *B. coelestis* festgestellt haben, nur der erste der beiden Teilungsschritte einer normalen Tetradenteilung, während diese bei nicht parthenogenetischen Thymelaeaceen wiederum vollständig ist.

Die Feststellung der bisher beschriebenen Entwicklungsstadien des Embryosackes von *B. coelestis* hat ferner ergeben, dass die beiden ersten Kernteilungen nicht mit einer Reduktion der Chromosomenzahl verbunden sind. Die Prophasen der ersten Kernteilung sind charakterisiert durch das Ausbleiben des Synapsisstadiums, das bei den anderen Burmanniaarten längere Zeit andauert und mit einer starken Vergrösserung des Kernraumes verbunden ist. Unter der Kernwand treten kugelige oder kurze prismatische Chromatinkörner auf. Die Bestimmung ihrer Zahl, wie diejenige der aus ihnen hervorgehenden Chromosomen, ist bei ihrer Kleinheit und gedrängten Stellung eine ausserordentlich mühsame und dennoch nicht zu einem genauen Ergebnis führende Arbeit. Wahrscheinlich sind deren 30 bis 36. Ganz sicher ist also immerhin, dass die Chromosomenzahl von *B. coelestis* bedeutend grösser ist als diejenige von *B. Championii* und *B. candida*. Bei diesen wurde während der Tetradenteilung der Pollenmutterzellen wie während der Embryosackentwicklung die Zahl 12 als reduzierte Chromosomenzahl festgestellt. Bei *B. coelestis* werden also in den Kernteilungen im Embryosack

---

1) WINKLER, H. (1906), Über Parthenogenesis bei *Wikstroemia indica* (L.) C. A. MEY. Ann. d. Jardin bot. d. Buitenzorg, 2. Série, Bd. 5, 1906 S. 208–276.

2) STRASBURGER, ED., Zeitpunkt der Bestimmung des Geschlechts, Apogamie, Parthenogenesis und Reduktionsteilung. (Heft 7 d. histolog. Beiträge) Jena 1909.

sicher mehr als doppelt-, wahrscheinlich sogar dreimal so viel Chromosomen vorhanden sein. Es wird sich also *B. coelestis* zu den nicht apogamen verwandten Arten ähnlich verhalten wie nach den Untersuchungen STRASBURGERS [1]) die apogamen *Alchemillen* zu den normalgeschlechtlichen Arten des Subgenus *Aphanes* oder nach ROSENBERG [2]) die apogamen zu den nicht apogamen Hieracien. Allerdings möchten wir nicht versäumen, darauf hinzuweisen, dass *B. coelestis* im Gegensatz zu den genannten Apogamen vielleicht noch nicht völlig zur Apogamie übergegangen ist, sondern an das von OVERTON [3]) untersuchte *Thalictrum purpurascens* erinnert. Wir haben nämlich die Wahrnehmung gemacht, dass in einer kleinen Anzahl von Embryosackmutterzellen etwas grössere Kerne mit Dimensionen von 11 bis 13 μ vorkommen und diese statt grosser Chromatinkörner ein feines Chromatinfadennetz enthalten, wie es bei der Vorbereitung zur Synapsis gewöhnlich auftritt. Das spätere Verhalten solcher Kerne und der sie enthaltenden Zellen konnte nicht festgestellt werden. Es wäre nicht unmöglich, dass sie sich in anderer Weise entwickelten, eventuell eine Reduktionsteilung erfahren und dass in Verbindung mit solchen gelegentlichen Reduktionsteilungen auch die beobachteten Teilungen der Embryosackmutterzelle stehen könnten. In diesem Falle würden also neben Embryosäcken mit somatischer Chromosomenzahl der Kerne auch vereinzelte mit reduzierter Zahl entstehen, in denen nach allem, was wir wissen, weder die Eizelle noch die anderen Zellen des Eiapparates ohne Befruchtung zur Embryobildung fähig wären. Während *Thalictrum purpurascens* aber erst zum kleineren Teil die Fähigkeit erlangt hat, seine Fortpflanzung parthenogenetisch zu vollziehen, werden

---

1) STRASBURGER, ED., Die Apogamie der *Eualchemillen* etc. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 41. 1905, S. 88—164.

2) ROSENBERG, O. (1906), Über die Embryobildung in der Gattung *Hieracium*. Berichte d. d. bot. Gesellschaft, Bd. 24, Heft 3, 1906, S. 157—161.

—— (1907), Cytological Studies on the Apogamy in *Hieracium*. Botanisk Tidsskrift, Bd. 28, 1907, S. 143—170.

3) OVERTON, J. B., Über Parthenogenesis bei *Thalictrum purpurascens*. Ber d. d bot. Ges. Jahrg. 1904. Bd. 22. S. 274—283. 1 Tafel.

bei *B. coelestis* befruchtungsbedürftige Samenanlagen nur noch in verschwindender Minderheit gebildet.

2. *Bildung des achtkernigen Embryosackes, des Eiapparates und der Antipoden.*

Erst nach Verlauf der beiden ersten Kernteilungen erfolgt ein starkes Wachstum des Embryosackes und der übrigen Teile der Samenanlage von *B. coelestis*. Die Vergrösserung des Embryosackes findet wie bei den früher untersuchten Arten auch hier auf Kosten der umgebenden Nucellusschicht statt, die erst (Fig. 2 u. 4, Taf. XX) in einer mittleren Ringzone aufgelöst wird, am Scheitelende und an der Basis des Embryosackes zunächst noch erhalten bleibt. Während dieses Wachstums erfolgt auch die Vacuolenbildung in dem bis dahin den Embryosackraum dicht erfüllenden Zytoplasma. Die nicht nur zwischen den beiden Kernpaaren, sondern auch an den Schmalseiten der Zelle erscheinenden Vacuolen (Fig. 23, Taf. XIX und Fig. 1—3, Taf. XX) vereinigen sich später zu einem zentralen Saftraum, der die zwei Kernpaare in die bekannte polare Lagerung an den Schmalseiten des langgestreckten Sackes bringt. Ausnahmsweise erfolgt die Vacuolenbildung schon viel früher. Figur 10, Tafel XIX stellt z.B. einen Embryosack dar, in welchem schon nach der ersten Kernteilung ein grösserer, zentraler Saftraum gebildet worden ist.

Der dritte Teilungsschritt im Embryosacke erfolgt für alle vier Kerne gleichzeitig (Fig. 5, Taf. XX). Die Richtung der vier Spindelfiguren, sowie die Lage der aus dieser Teilung resultierenden Kernpaare (Fig. 6 u. 7, Taf. XX) entsprechen vollkommen dem Normaltypus des achtkernigen Embryosackes der Angiospermen.

In gewohnter Weise entstehen nachher um sechs Kerne Zellen. Nach Abgrenzung der Zellen des Eiapparates vom übrigen Plasma (Fig. 8 u. 9, Taf. XX) findet ein rasches Streckungswachstum derselben statt. Im Verhältnis zur Gesamtgrösse des Embryosackes erreichen sie erhebliche Dimensionen.

Der Embryosack selbst ist auf diesem Stadium etwa 90 μ lang und 30 bis 35 μ breit. Nicht selten reichen die drei Zellen nach erfolgter Streckung bis in die Mitte des Sackes hinunter. Unterschiede in ihrem Plasmagehalt sind meistens nicht vorhanden. Die Kerne sind gewöhnlich mit der Hauptmasse des Plasmas im basalen Teil der Zelle enthalten, während deren breiter Vorderteil von einer Vacuole eingenommen wird. In der Regel zeigen also alle drei Zellen das Aussehen der Synergiden eines typischen Eiapparates (Fig. 10, Taf. XX). Hiervon kommen allerdings auch wieder kleinere und grössere Abweichungen vor. Einige solche sind in den Figuren 11 bis 14 Tafel XX dargestellt. Eine der drei Zellen ist etwa (Fig. 12, Taf. XX) plasmareicher als die beiden anderen und enthält nur eine kleine Vacuole, oder es fehlt in einer Zelle der Gruppe (Fig. 11, Taf. XX) die Vacuole vollständig. In solchen Fällen entspricht die plasmareichere oder kleinere Zelle jedenfalls der Eizelle, die beiden anderen den Synergiden eines normalen Eiapparates.

In älteren Embryosäcken von *B. coelestis* werden statt eines einzigen Embryos häufig deren zwei, in wenigen Fällen auch drei gefunden. Da diese Embryonen stets am Eiende des Embryosackes auftreten, lag die Annahme ihrer Entstehung aus Zellen des Eiapparates nahe und es handelte sich darum, auf den der Embryoentwicklung vorausgehenden Stadien Merkmale ausfindig zu machen, die zeigen, welche Zellen des Eiapparates entwicklungsfähig sind. Solche Merkmale sind nun gegeben im verschiedenen Aussehen der Kerne in den drei Zellen der Mikropylargruppe. Die Kerne der zu Embryonen werdenden Zellen haben den Habitus von Eikernen, diejenigen der zu Grunde gehenden Zellen das Aussehen von Synergidenkernen. In Eiapparaten mit einer besonders plasmareichen Zelle (Fig. 12, Taf. XX) enthält diese einen Eikern, der sich durch den Besitz eines Kernkörperchens und stark färbbarer Körner unter der Kernwand auszeichnet. Die beiden anderen Zellen enthalten Synergidenkerne ohne Kernkörperchen und mit weniger, aber grösseren Chromatinstücken. An den Präparaten, die

mit der Flemming'schen Dreifachfärbung hergestellt worden sind, unterscheiden sich die beiderlei Kerne überdies durch ihre verschiedene Färbung. Die nucleolushaltigen Eikerne sind mehr violett, die Synergidenkerne eher rötlich gefärbt. In vielen Eiapparaten enthalten nun zwei Zellen, nicht selten auch alle drei (Fig. 10 u. 11, Taf. XX) solche Eikerne.

Die drei Antipoden bilden eine den unteren Teil des Embryosackes einnehmende Zellgruppe (Fig. 18—21, Taf. XX), welche sich von dem umgebenden Nucellusgewebe, wie vom übrigen Embryosackinhalt auf jungen wie älteren Stadien scharf abgrenzt. Dagegen ist eine gegenseitige Abgrenzung der drei Zellen, wenigstens auf den ersten Entwicklungsstadien, vielfach nur undeutlich, manchmal sogar nicht wahrnehmbar und vielleicht auch nicht erfolgt. In älteren Embryosäcken, in welchen die Endospermbildung schon begonnen hat, und die Degeneration der Antipoden einsetzt, sind ihre Grenzen infolge Kontraktion des Zytoplasmas besser sichtbar. Gewöhnlich sind die Antipoden in einer Reihe angeordnet; die oberste ist vielfach etwas grösser als die beiden unteren. Das Zytoplasma der drei Zellen ist in jüngeren Stadien körnig, ohne Saftraum, später dagegen vacuolig.

Die Polkerne liegen nach erfolgter Zellbildung noch in der Nähe der beiden Zellgruppen. Ihre Vereinigung erfolgt fast ausnahmslos unmittelbar über den Antipoden (Fig. 18—21, Taf. XX).

3. *Bildung des Embryos: Apogamie und Polyembryonie.*

Embryo- und Endospermentwicklung erfolgen bei *B. coelestis* ohne vorausgehende Befruchtung. Dadurch unterscheidet sich diese Art von allen bis jetzt untersuchten *Euburmannieae*. Bei *Gymnosiphon trinitatis* sind schon von Johow [1]) (l. c. S. 440 und Fig. 35, Taf. XVIII) Pollenschläuche im Mikropylengang von Samenanlagen beobachtet und dargestellt worden. Bei *B. candida*

---

1) Johow, F. (1885), Die chlorophyllfreien Humusbewohner West-Indiens, biologisch-morphologisch dargestellt. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 16, 1885, S. 415—449.

und *B. Championii* haben wir selbst die Bestäubungs- und Befruchtungsverhältnisse eingehend studieren können. Beide Arten sind autogam. An Antheren aus ausgewachsenen Blüten erscheinen die Pollensäcke unter dem Druck der Pollenkörner stark aufgetrieben. Wird eine solche Anthere aus einer lebenden Blüte in einen Tropfen Wasser gebracht, so treten fast augenblicklich zahlreiche Pollenschläuche aus den Fächern hervor. Ein entsprechender Vorgang wird wohl eintreten, wenn Wassertropfen auf die Mündung der Kronröhre fallen und der obere Teil der Höhlung, in welcher Antheren und Narbe sich befinden, mit Wasser gefüllt wird. Die Pollensäcke platzen, die Pollenschläuche wachsen heraus, in ganzen Büscheln der Narbe zu und durch die Griffelkanäle hinunter in den Fruchtknoten und den Plazenten entlang zu den Samenanlagen. In hunderten von Samenanlagen ist das Vordringen der Pollenschläuche durch die Mikropyle zum Embryosack, die Verschmelzung eines Spermakerns mit dem Eikern und eines zweiten mit den Polkernen oder deren Verschmelzungsprodukt wahrgenommen worden. Von all dem bei *B. coelestis* trotz sorgfältigster Beobachtung keine Spur. In keinem einzigen Falle wurden Pollenschläuche im Innern des Fruchtknotens oder Befruchtungsakte im Embryosacke wahrgenommen. Abgesehen von diesen negativen Beobachtungsergebnissen sprechen eine ganze Reihe weiterer Gründe durchaus für apogame Embryobildung.

In erster Linie ist hinzuweisen auf die besonderen Gestalts- und Lagerungsverhältnisse von Antheren und Narbe. Sie finden sich ziemlich in gleicher Höhe, fast zu oberst in der Kronröhre. Die Narbe ist dreiteilig und jeder der drei Äste besteht aus einem papillenbesetzten Körper, der einen unter stumpfem Winkel nach unten stehenden, breit zungenförmigen Fortsatz trägt. Die drei Fortsätze breiten sich jederseits über und zwischen den Thecae der benachbarten Antheren aus und berühren sich gegenseitig. Sie sind so straff zwischen den Antheren und dem, in der Berührungszone mit Papillen besetzten Korollenrand ausgespannt, dass sie selten unverletzt losgetrennt werden können. Diese unterlippenartigen Fortsätze würden, sofern es auch

bei dieser Art zu einer Pollenschlauchbildung innerhalb der Pollensäcke käme, zwischen diesen und der papillentragenden Narbenregion ein die Befruchtung ausschliessendes oder doch ausserordentlich erschwerendes Hindernis bilden. Nun sind aber weder bei der Untersuchung frischer Blüten, noch an Längs- und Querschnitten durch fixiertes Material Pollenschläuche oder gekeimte Pollenkörner gefunden worden. In der Regel öffnen sich die Pollensäcke gar nicht. Ausnahmsweise findet man in den Blüten wohl freie Pollenkörner, allerdings niemals auf der Narbe, sondern stets unterhalb der genannten Narbenfortsätze in den unteren Partien der Kronröhre und stets ohne die geringsten Zeichen der Schlauchbildung.

Keimungsversuche mit Pollenkörnern von *B. coelestis* blieben resultatlos. Wurden Antheren aus ausgewachsenen Blüten auf Objekträgern in Wassertropfen gelegt, so unterblieb, im Gegensatz zu *B. Championii* und *B. candida*, die Pollenschlauchbildung. Ebensowenig wurden Pollenschläuche erhalten bei Kulturversuchen in feuchten Kammern unter Verwendung von Zuckerlösungen verschiedener Konzentration. Die den Antheren ausgewachsener Blüten entnommenen Pollenkörner fallen durch ziemlich unregelmässige Gestalt und ungleiche Dimensionen auf. Ihr Inhalt erscheint hell und vacuolig. Sie machen in jeder Beziehung den Eindruck von sterilem Pollen. Zu einem ähnlichen Ergebnis führt auch die Wahrnehmung, dass schon die Entwicklungsvorgänge in den Pollensäcken von *B. coelestis* manigfache Störungen erfahren, von denen die wichtigste darin besteht, dass nur ein Teil des Archespors sich zu Pollenmutterzellen entwickelt, viele Zellen desselben klein bleiben und keine Tetradenteilung erfahren.

Die in unserer vorläufigen Mitteilung in Aussicht gestellten Kastrierungsversuche sind im Sommer 1909 durch Ch. Bernard in Buitenzorg ausgeführt worden. An jungen Blütenknospen wurde die oberste, Narbe und Antheren einschliessende Partie der Kronröhre mit dem Rasiermesser sorgfältig weggeschnitten. Die Versuche wurden teils am Standorte der Pflanze selbst vorgenommen, teils an Exemplaren, die mit grossen Erdballen

ausgehoben und ins Laboratorium verbracht worden waren. Trotzdem mehr als hundert Blüten dieser Prozedur unterworfen wurden, führten die Versuche leider zu keinem positiven Resultate. Die ausserordentlich zarten Blüten leiden durch die Operation und selbst an den unter Glasglocken gehaltenen Pflanzen trockneten die angeschnittenen Blüten aus und schrumpften ohne Fruchtbildung zusammen.

Ausschlaggebend für den Nachweis apogamen Verhaltens von *B. coelestis* sind vor allem die entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge im Fruchtknoten und in den Samenanlagen. In Fruchtknoten von Blütenknospen findet man häufig nebeneinander Samenanlagen, deren Embryosäcke Stadien von der einkernigen, ungeteilten Mutterzelle bis zum achtkernigen Embryosacke mit Eiapparat, Antipoden und verschmelzenden Polkernen aufweisen. Nicht selten trifft man auch in Fruchtknoten ausgewachsener Blüten, deren Samenanlagen vorwiegend achtkernige Embryosäcke mit ausgebildetem Eiapparat und aneinanderliegenden Polkernen enthalten, vereinzelte Samenanlagen mit schon weit vorgeschrittener Endospermentwicklung. Diese Verschiedenheit in der zeitlichen Entwicklung der Samenanlagen desselben Fruchtknotens ist um so auffallender, als sie bei den verwandten, befruchtungsbedürftigen Arten fehlt, oder nur in dem Sinne vorhanden ist, dass im einzelnen Fruchtknoten von oben nach unten eine geringe Differenz in der Entwicklung der Samenanlagen wahrnehmbar ist.

Durch die vorstehenden Ausführungen ist wohl erwiesen, dass bei *B. coelestis* apogame Embryoentwicklung vorkommt. Damit ist keineswegs gesagt, dass Apogamie für die Pflanzen aller Standorte, ja auch nur für alle Pflanzen des Standortes, der unser Untersuchungsmaterial geliefert hat, strenge Regel ist. Aus der neueren Literatur über die Befruchtungsverhältnisse bei Angiospermen gewinnt man die Überzeugung, dass in diesen Dingen ausserordentliche Vorsicht geboten ist und Verallgemeinerungen von Untersuchungsresultaten nicht berechtigt sind. Wie schon bei der Besprechung des Ausbleibens von Tetradenteilung und Chromosomenreduktion bemerkt wurde,

ist nicht ausgeschlossen, dass in jener Hinsicht *B. coelestis* dem *Thalictrum purpurascens* zur Seite gestellt werden kann. Vielleicht geht die Übereinstimmung noch weiter und ist auch bei *B. coelestis* gelegentliche Befruchtung, nach vorausgegangener Fremdbestäubung oder Autogamie nicht ausgeschlossen. Einen Hinweis, wie manigfaltig die Möglichkeiten für gelegentliche Befruchtung sind, zeigt auch eine Abnormität, die im Fruchtknoten einer der untersuchten Blüten von *B. coelestis* gefunden worden ist. An Stelle von Samenanlagen fanden sich in einem Fache desselben Pollenkörner vor. Da es sich um einen älteren Fruchtknoten handelt, der in seinen andern Fächern fast völlig ausgewachsene Samen mit besonders zahlreichen Doppelembryonen aufweist, sind die Pollenkörner schon so weit degeneriert, dass sich über ihre Entstehung und ihren Inhalt leider nichts mehr feststellen lässt.

Die Weiterentwicklung der Samen wird eingeleitet durch die Endospermentwicklung, die meistens schon zum Abschluss gelangt ist, bevor die erste Teilung der embryoliefernden Zellen des Eiapparates erfolgt. Dieser Teilung gehen übrigens auffallende Veränderungen in Gestalt, Grösse und Inhaltsbeschaffenheit der embryoliefernden Zellen voraus, welche gewissermassen auf einer Art Zellverjüngung oder freier Zellbildung beruhen (Fig. 15--17, Taf. XX). Anteil an der Bildung der Keimzelle nimmt dabei nur das basale, den Kern umgebende Zytoplasma, während der Zellsaft austritt und das die Vacuole umgebende Plasma zusammenschrumpft und schliesslich zu Grunde geht. Das Plasma der entwicklungsfähigen Zellen wird durch diesen Vorgang dichter und völlig vacuolenfrei. Die Zellen selbst (Fig. 9—13, Taf. XXI) sind bedeutend kleiner als die vacuolenhaltigen Zellen des Eiapparates. Sie scheiden an ihrer Oberfläche eine feine Zellulosehaut aus, sind also scharf vom Plasma des Embryosackraumes unterscheidbar, während gleichzeitig die Grenzen der nicht entwicklungsfähigen Zellen mit Synergidenkernen undeutlich werden und nur deren Kerne noch einige Zeit erhalten werden (Fig. 11 u. 13, Taf. XXI).

Die ersten Teilungen der Keimzelle erfolgen durch Quer-

wände (Fig. 1—3, Taf. XXII). Der dreizellige Embryo (Fig. 3, Taf. XXII) besteht aus zwei grosskernigen, dicht mit körnigem Plasma erfüllten, scheibenförmigen Zellen und einer ungefähr halbkugeligen Endzelle. Diese teilt sich später durch eine Längswand (Fig. 4, 7 u. 8, Taf. XXII). In den meisten Embryonen erfolgt hierauf nur noch eine weitere Teilung der beiden scheitelständigen Zellen durch eine zweite Längswand, sodass sich der Embryo des reifen Samens aus sechs Zellen, den beiden scheibenförmigen Basalzellen und dem in vier Quadranten geteilten, halbkugeligen Scheitel zusammensetzt. Von diesem einfachen Verlauf der Embryobildung, der in der Mehrzahl der untersuchten Samen festgestellt wurde, finden auch Abweichungen statt. Eine der beiden ersten Teilungen kann z. B. unterbleiben (Fig. 6, Taf. XXII), sodass der Embryo nur aus zwei Etagen besteht. In anderen Samen sind in der halbkugeligen Endzelle trotz erfolgter Zwei- oder Vierteilung des Kerns keine Teilungswände sichtbar. An Stelle regelmässiger Quadranten können in der Endzelle durch abweichende Anordnung der Teilungswände auch andere Lagenverhältnisse der Zellen zu Stande kommen. In dem in Figur 5, Tafel XXII dargestellten Embryo z. B. ist nur in der einen Halbierungszelle eine zweite Teilungswand erzeugt worden und diese steht nicht senkrecht auf der ersten, sondern verläuft parallel zu ihr.

Die häufige Entstehung von zwei, ausnahmsweise auch von drei Embryonen (Fig. 16 Taf. XXI) aus Zellen des Eiapparates ist eine Besonderheit in der Entwicklungsgeschichte von *B. coelestis*, für welche ein Analogon bei den bisher untersuchten Apogamen fehlt. Für einzelne derselben, z. B. für *Wikströmia indica* (Winkler, l. c. S. 230), ist besonders hervorgehoben worden, dass kein einziger Fall von Polyembryonie beobachtet wurde. Nur für die apogamen *Alchemillen* hat Murbeck [1]) in verein-

---

1) Murbeck, Sv. (1901), Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung *Alchemilla*. Lunds Universitets Arsskrift, Bd. 36, Afdeln. 2, No. 7, 1901, S. 1—41.

—— Über Anomalien im Baue des Nucellus und des Embryosackes bei parthenogenetischen Arten der Gattung *Alchemilla*. Lunds Un. Arsskrift, Bd. 38 Afdeln. 2, No. 2, 1902, S. 1—10.

zelten Fällen ebenfalls Polyembryonie durch Entwicklung der Synergiden nachgewiesen. Bei *B. coelestis* ist Polyembryonie aber so häufig, dass z. B. in den Schnitten durch einen einzigen Fruchtknoten nicht weniger als dreizehn Samen mit sicher unterscheidbaren Embryopaaren, vergleichbar denen in Figur 7 und 8, Tafel XXII, gefunden wurden und die Anzahl der sicher einkeimigen Samen nicht wesentlich grösser war[1]). Um den Vergleich mit *Alchemilla* aber vollständig durchzuführen, muss noch hervorgehoben werden, dass bei *B. coelestis* sowohl die in Einzahl vorkommenden Embryonen, wie auch die Embryonenpaare ohne Ausnahme am Mikropylenende des Embryosackes vorkommen und eine Entstehung von Adventivembryonen aus Nucellus- oder Integumentzellen, wie sie bei *Alchemilla* festgestellt wurde, vollkommen ausgeschlossen ist. Sind also die bei apogamen Pflanzen beobachteten Abweichungen in der Ausbildung des Embryosackinhaltes vom Normaltypus der Angiospermen auf die Apogamie selbst zurückzuführen, so hat sich bei *B. coelestis* dieser Einfluss bis jetzt ausschliesslich innerhalb des Eiapperates geltend gemacht. Während dieser die morphologische und physiologische Verschiedenheit der drei Zellen eingebüsst hat und die Möglichkeit der Embryobildung nunmehr allen seinen Zellen gegeben ist, haben die anderen Embryosackelemente keine Veränderung erfahren. Auch hieraus geht wiederum hervor, dass der Einfluss der Apogamie sich bei *B. coelestis* noch lange nicht in so weitgehendem Masse geltend gemacht hat wie bei den *Alchemillen* oder wie bei *Elatostema*

---

1) Die Feststellung des genauen Zahlenverhältnisses zwischen einkeimigen, zwei- und mehrkeimigen Samen in den Fruchtknoten ist nicht möglich, weil an ganzen Samen eine Untersuchung der zwischen dickwandigen und inhaltsreichen Endospermzellen eingebetteten kleinen und zartwandigen Embryonen völlig ausgeschlossen ist und bei der Anfertigung von Schnittserien nur ein Teil der Samenanlagen so getroffen wird, dass eine einwandfreie Feststellung der Embryozahl möglich ist. In einzelnen Samen werden beim Schneiden die zartwandigen Embryonen aus dem harten Endosperm herausgerissen oder durch das Messer zerdrückt. Auf diese Schwierigkeiten der Präparation ist es zurückzuführen, dass in der besonders sorgfältig durchgesehenen Schnittserie unter den hunderten von Samen nur dreizehn mit zwei Embryonen und nur wenige mehr mit nur einem Embryo unterschieden werden konnten.

acuminatum, bei welcher Pflanze nach TREUB [1]) nur noch selten ein einigermassen normaler Eiapparat entsteht und der Embryo an beliebiger Stelle des Embryosackes ausgebildet werden kann. Bei dem nach MODILEWSKI [2]) ebenfalls apogamen *Elatostema sessile* dagegen befanden sich von einigen Hundert zur Beobachtung gelangten Embryonen ebenfalls alle am mikropylaren Ende des Embryosackes. Die Entstehung derselben aus der Eizelle war deutlich zu ersehen und kein einziger Fall anormaler oder überzähliger Embryobildung wurde beobachtet.

4. *Endospermentwicklung, Entwicklung und Bau des reifen Samens.*

Der Embryoentwicklung geht bei *B. coelestis* wie bei den anderen Burmanniaceen diejenige des Endosperms voraus. Es nimmt seinen Ursprung aus dem Vereinigungsprodukt der beiden Polkerne, dem sekundären Embryosackkerne (Fig. 1 Taf. XXI). An Stelle von zwei Polkernen sind in einigen Präparaten drei bis fünf Kerne in Vereinigung angetroffen worden (Fig. 2—3, Taf. XXI). Die überzähligen Kerne unterscheiden sich dann von den Polkernen durch geringere Grösse. Eine Auffassung derselben als mit den Polkernen in Vereinigung begriffener männlicher Kerne scheitert daran, dass auch in diesen Samenanlagen jede Spur von Pollenschläuchen fehlt. Ihr Vorkommen ist jedenfalls, ähnlich wie von MURBECK (l. c. 1901, S. 35 und l. c. 1902, S. 6) für *Alchemillaarten* nachgewiesen wurde, durch das Ausbleiben der Zellbildung um einzelne Synergiden- oder Antipodenkerne zu erklären. Die freibleibenden Kerne vereinigen sich dann mit den eigentlichen Polkernen zum sekundären Embryosackkern.

Der Vereinigung der Polkerne folgt bald die erste Teilung des sekundären Embryosackkernes nach (Fig. 4, Taf. XXI).

---

1) TREUB, M., L'apogamie de *l'Elatostema acuminatum Brongn.* Ann. d. J. bot. d. Buitenzorg, 2e Serie, Bd. 5, 1905, S. 141—152.

2) MODILEWSKI, J., (1908), Zur Samenentwicklung einiger *Urticiflorен*. Flora, Bd. 98, 1908, S. 423—470.

Die beiden Tochterkerne sind, wie bei den anderen Burmanniaceen, für die späteren Kern- und Zellbildungsvorgänge im Embryosacke von sehr verschiedener Bedeutung. Der Kernteilung folgt sofort eine Zellteilung nach. Der Embryosackraum wird in eine kleinere, über den Antipoden liegende Zelle (Fig. 5 u. 6, Taf. XXI) und eine grosse Restzelle geteilt, welche bis zum Eiapparat reicht und durch weitere Teilungen das Endosperm des Samens liefert. Die abgetrennte Basal- oder Haustorialzelle ist zunächst plasmareicher und daher stärker färbbar als der übrige Teil des Embryosackes. Ihr Kern und derjenige der grossen Restzelle teilen sich bald wieder und zwar ziemlich gleichzeitig. In der Basalzelle liegen nach dieser Teilung die beiden Kerne meistens dicht nebeneinander (Fig. 7 u. 8, Taf. XXI). Sie teilen sich nicht weiter, scheinen vielmehr auf späteren Stadien nicht selten ganz oder teilweise mit einander zu verschmelzen. Von den durch die zweite Teilung entstehenden Kernen der grossen Restzelle verbleibt der eine unmittelbar über der Basalzelle, während der andere gegen den Eiapparat hinaufwandert. Durch weitere Teilungen dieser beiden Kerne werden vier (Fig. 9, Taf. XXI zeigt den obersten von vier freien Endospermkernen), dann acht (Fig. 10, Taf. XXI), durch einen letzten Teilungsschritt sechszehn Kerne erzeugt. Häufig folgt aber schon der Bildung der acht freien Kerne der Vorgang der Zellbildung nach. Die freien Kerne sind auf diesem Stadium von bedeutender Grösse. Die beiden untersten Kerne des in Figur 10 Tafel XXI dargestellten Embryosackes messen z.B. 18,5 μ in der Länge und 11 μ in der Breite. Die beiden Kerne der darunterliegenden Haustoriumzelle sind dagegen nur 11 μ lang und 5,5 μ breit. Durch Zellbildung entstehen aus dem achtkernigen Sacke vier Etagen zu je zwei Zellen. Von diesen erst erzeugten Endospermzellen erfahren später noch einige, im besondern diejenigen in der Umgebung des Embryos, weitere Teilungen (Fig. 1, Taf. XXII). Im ausgewachsenen Samen ist das Endosperm aus etwa dreissig Zellen zusammengesetzt. Das Plasma der Endospermzellen (Fig. 14—15, Taf. XXI) ist zunächst vacuolig.

Der Feststellung der Reservestoffspeicherung im Endosperm seien zunächst einige Bemerkungen über Nährstoffversorgung und Reservestoffspeicherung im gesamten Gynaeceum vorangeschickt. An Längsschnitten durch junge Blütenknospen, deren Fruchtknoten erst kleine Ovularhöcker enthalten, erscheinen besonders die Gewebe der Narbenäste, des Griffels und der Fruchtknotendecke ziemlich reichlich mit Stärke angefüllt, dagegen fehlt diese im Plazentagewebe und in den jungen Samenanlagen. Später, zur Zeit der Ausbildung des Eiapparates der Samenanlagen, sind ausser den schon genannten Teilen auch die Plazenten stärkehaltig. Bemerkenswert ist ferner, dass in Blüten dieses Stadiums auch die Antherenwände noch Stärke führen und von den bereits gebildeten Pollenkörnern die meisten mit Stärke vollgepfropft sind. Nach Beginn der Endospermentwicklung bewegt sich der Strom der Nährstoffe in erster Linie gegen die Plazenten hin und von diesen in die Samenanlagen. Nun ist die Plazenta das stärkereichste Gewebe. Vereinzelte Stärkekörner sind auch in den Integumenten der Samenanlagen nachweisbar. Aus den übrigen Organen und Geweben der Blüte wandern die Nährstoffe rasch abwärts in den Blütenstiel und dem Fruchtknoten zu. Die Blütenhülle enthält nach Beginn des Welkens in der Höhe der Narbe schon völlig stärkefreie Chromatophoren, während in gleicher Höhe im Griffel noch Stärke vorhanden ist. So lange im Embryosack freie Kerne vorhanden sind, ist sein Plasma stärkefrei. Die Endospermzellen werden dagegen schon kurze Zeit nach ihrer Entstehung mit Stärke angefüllt, das Plazentagewebe gleichzeitig allmählig entleert. Schliesslich wird sämmtliche in den Samen enthaltene Stärke zur Bildung anderer Reservestoffe, im besonderen zur Erzeugung von Fetten, der in den verdickten Wänden gespeicherten Reservecellulose und wohl auch zum Aufbau der zahlreichen Eiweisskörner verbraucht. In ausgewachsenen Samen ist das Plasma der Endospermzellen mit Proteinkörnern und Fettkugeln vollgepfropft. Die untersten Endospermzellen (Fig. 9 u. 10, Taf. XXII) dehnen sich auf Kosten der basalen Haustoriumzelle stark aus, deren Inhalt gleichmässig gekörnt

erscheint. Die Antipoden sind schon frühzeitig aus dem kleinen Raum zwischen der Haustoriumzelle und dem Nucellusbecher verschwunden. Dieser letztere besteht, wie in den Samen von *B. candida* und *B. Championii*, aus plasma- und kernhaltigen Zellen, deren Inhalt auch in völlig reifen Samen erhalten bleibt. In ihrer weiteren Entwicklung und ihrem Bau stimmen die Samen von *B. coelestis* mit denjenigen von *B. candida* und *B. Championii* überein. Sie erreichen eine Länge von 250—385 μ (die von Smith in der Diagnose angegebene Länge von 250 μ wird von den meisten Samen der von uns untersuchten Früchte übertroffen) und 120—150 μ Breite. Der Endospermkörper derselben ist ca 150 μ lang und ca 75 μ breit.

Zürich, 15. März 1912.

FIGURENERKLÄRUNG ZU TAFEL XIX—XXII.

TAFEL XIX.

Burmannia coelestis Don.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind mit Zeiss hom. Imm. 2 mm. n. Ap. 1.30 und dem Leitzschen Zeichenokular nach Mikrotomschnitten von 3 - 8 μ Dicke gezeichnet worden. Vergr. $^{580}/_{1}$.

Fig. 1 u. 2. Jugendliche Samenanlagen, bestehend aus einer zentralen Reihe von 4—6 Zellen, die von einer einfachen, dermatogenen Zellschicht umhüllt werden.

Fig. 3 u. 4. Die an der Spitze der zentralen Zellreihe gelegene subdermatogene Zelle wächst zur Archesporzelle aus. In der Aussenzellschicht erfolgt die Anlage der Integument-Ringwülste.

Fig. 5. Junge Samenanlage mit äusserem und innerem Integument in halbgewendeter Stellung. Archesporzelle stark gewachsen.

Fig. 6 u. 8. Archesporzellen stark vergrössert, von der kleinzelligen dermatogenen Nuzellusschicht umgeben.

Fig. 7. Kern der Archesporzelle (Embryosackmutterzelle) mit den ersten Anzeichen baldiger Teilung.

Fig. 9. Zweikerniger Embryosack mit dichtem Cytoplasma.

Fig. 10. Zweikerniger Embryosack mit zentraler Vacuole.

Fig. 11. Die Embryosackmutterzelle hat sich nach der ersten Kernteilung in zwei Tochterzellen geteilt.

Fig. 12. Verdrängung der obern Tochterzelle durch die untere, die zur Embryosackzelle wird.

Fig. 13. Von den beiden Tochterzellen wird die untere durch die obere, schon zweikernig gewordene, verdrängt.

Fig. 14. Die Achse der ersten Kernteilungsfigur steht ungefähr senkrecht zur Längsachse der ungeteilten Embryosackmutterzelle.

Fig. 15—17. Zweikernige Embryosäcke mit langen, mehr oder weniger parallel zur Achse des Embryosackes gestreckten Kernen. In der in Figur 17 dargestellten Samenanlage ist die Wendung der Samenanlage vollständig geworden. Das äussere Integument ist nur auf der Aussenseite entwickelt, eine Verwachsung von Funiculus und innerem Integument findet nicht statt.

Fig. 18. Kerne des zweikernigen Embryosackes in Vorbereitung zur Teilung.

Fig. 19. Embryosack mit zwei Kernteilungsfiguren in Seitenansicht.

Fig. 20—22. Vierkernige Embryosäcke mit völlig vacuolenfreiem Cytoplasma und den noch zu Paaren geordneten freien Kernen. Das innere Integument ist auf diesem Entwicklungsstadium meistens etwas über den Scheitel des Nucellus hinausgewachsen.

Fig. 23. Vierkerniger Embryosack zu Beginn der Vacuolenbildung.

TAFEL XX.

Burmannia coelestis Don.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind mit Zeiss hom. Imm. 2mm. num. Ap. 1.30 und dem Leitzschen Zeichenokular nach Mikrotomschnitten von 3—8 μ Dicke gezeichnet worden. Vergr. $^{580}/_{1}$.

Fig. 1—3. Weitere Stadien aus dem Verlauf der Vacuolenbildung im vierkernigen Embryosack.

Fig. 4. Vierkerniger Embryosack mit grosser zentraler Vacuole zwischen den beiden Kernpaaren. Die Nucelluszellschicht ist in einer mittleren Ringzone aufgelöst worden.

Fig. 5. Scheitel einer jungen Samenanlage. Integumente in Umrisslinien angedeutet, der einschichtige Nucellus ist auf der einen Längsseite des Embryosackes aufgelöst worden. Die Kerne des vierkernigen Embryosackes sind in Teilung.

Fig. 6 u. 7. Vorderes Ende eines achtkernigen Embryosackes und ganzer achtkerniger Embryosack kurz nach der letzten Kernteilung; die Kerne sind noch in Paaren angeordnet. Von der Nucelluszellschicht sind nur um das vordere Ende des Embryosackes (Fig. 7) noch wenige Zell- und Kernreste vorhanden.

Fig. 8. Junger Eiapparat mit noch wenig gestreckten Zellen, aber auffallendem Unterschied in der Struktur der beiden Synergidenkerne und des Eikernes.

Fig. 9. Achtkerniger Embryosack kurz nach erfolgter Zellbildung am Eiende. Kerne am Antipodenende noch dicht zusammengedrängt.

Fig. 10—12. Beispiele für die verschiedene Gestaltung der Zellen und Kerne im Eiapparate. In Fig. 10 und 12 haben alle drei Zellen Synergidengestalt, in Fig. 11 ist die kleine, plasmareiche Zelle wahrscheinlich die Eizelle. In Figur 10 und 11 enthalten alle drei Zellen Eikerne, in Fig. 12 dagegen eine Zelle einen Eikern und zwei Zellen nucleoluslose Synergidenkerne.

Fig. 13 u. 14. Je zwei Zellen aus dem Eiapparat von Embryosäcken. In Fig. 13 eine derselben mit einem »Eikern«, die andere mit einem »Synergidenkern«, in Fig. 14 jede der beiden Zellen mit einem »Eikern.«

Fig. 15—17. Umwandlung von Zellen des Eiapparates in Keimzellen.

Fig. 18. Unteres Ende des Embryosackes mit Antipodenzellgruppe und den beiden Polkernen.

Fig. 19—21. Unteres Ende des Embryosackes mit Antipoden und aneinanderliegenden Polkernen.

TAFEL XXI.

Burmannia coelestis Don.

Sämmtliche Figuren der Tafel sind mit Zeiss hom. Imm. 2mm num. Ap. 1.30 und dem Leitzschen Zeichenokular nach Mikrotomschnitten von 3—8 μ Dicke gezeichnet worden. Vergr. $^{580}/_{1}$.

Fig. 1. Verschmelzung der beiden Polkerne in einer Plasmaansammlung über den Antipoden. Diese liegen im Hohlraum der becherförmigen Nucellusbasis.

Fig. 2 u. 3. Vereinigung der beiden Polkerne mit einem dritten Kern unsicherer Herkunft.

Fig. 4. Teilung des sekundären Embryosackkerns am Antipodenende des Embryosackes.

Fig. 5. Basales Ende eines Embryosackes mit Antipodengruppe und den beiden aus der Teilung des sekundären Embryosackkernes hervorgegangenen Tochterkernen. Der den Antipoden genäherte derselben ist zum Kern der schon durch eine feine Membran abgetrennten Haustoriumzelle geworden. Der obere der beiden Kerne liefert später durch weitere Teilungen die freien Endospermkerne des Embryosackes

Fig. 6. Embryosackbasis mit Antipodengruppe und einkerniger Haustoriumzelle.

Fig. 7. Embryosackbasis mit den drei schon leicht kontrahierten Antipoden, zweikerniger Haustoriumzelle und dem näheren von zwei freien Endospermkernen,

Fig. 8. Unteres Ende eines Embryosackes mit den degenerierenden Antipoden, der zweikernigen Basalzelle (Haustoriumzelle) und den beiden ersten freien Endospermkernen.

Fig. 9. Oberes Ende des Embryosackes mit einer entwicklungsfähigen Zelle des Eiapparates und den degenerierenden Kernen der beiden anderen Zellen. Unter der Embryozelle der oberste von vier freien Endospermkernen.

Fig. 10. Vollständiger Embryosack mit Antipodengruppe und zweikerniger Haustoriumzelle an der Basis, der kleinen Embryozelle am Scheitel und sieben von acht freien Endospermkernen im vacuoligen Cytoplasma.

Fig. 11—13. Obere Enden vom Embryosäcken mit je einer sich entwickelnden Zelle des Eiapparates und (Fig. 11 und 13) den zwei degenerierenden andern Zellen des Eiapparates.

Fig. 14 u. 15. Scheitel des Embryosackes mit scharf umgrenzter Keimzelle und Endospermzellen kurz nach deren Entstehung.

Fig. 16. Scheitel eines Embryosackes, in welchem alle drei Zellen des Eiapparates zu Keimzellen geworden sind. Endospermzellen zu Beginn der Membranverdickung und Speicherung der Reservestoffe.

TAFEL XXII.

Burmannia coelestis Don.

Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind mit Zeiss hom. Imm. 2mm. num. Ap. 1.30 und dem Leitzschen Zeichenokular nach Mikrotomschnitten von 3—12 μ Dicke gezeichnet worden. Vergr. $^{580}/_{1}$.

Fig. 1. Oberes Ende des Embryosackes. Über dem Embryo zwei kleine Zellen, von denen nicht sicher ist, ob sie als erhalten gebliebene Synergiden oder inhaltsarme Endospermzellen zu deuten sind. Die beiden den Embryo fast völlig einschliessenden Endospermzellen haben vakuoliges Plasma und sind ärmer an Reservestoffen als die gegen das untere Ende des Embryosackes an Grösse zunehmenden übrigen Endospermzellen.

Fig. 2 u. 3. Scheitel des dickwandigen Endospermzellkörpers mit zwei bis dreizelligen, dünnwandigen Embryonen in einem kleinen Hohlraum zwischen den obersten Endospermzellen.

Fig. 4 u. 5. Embryonen mit zwei scheibenförmigen, basalen Zellen und vierkernigem, in verschiedener Art geteiltem, ungefähr halbkugeligem Scheitel.

Fig. 6. Embryo mit vierkerniger Scheitelzelle und zwei nebeneinander liegenden Basalzellen. Die benachbarten Endospermzellen fast völlig entleert.

Fig. 7 u. 8. Beispiele von Embryosäcken mit zwei ungefähr gleich grossen

und wenigstens in Fig. 8) in Zellgrösse und Zellanordnung übereinstimmenden Embryonen.

Fig. 9. Basis des Embryosackes eines fast reifen Samens. Die untersten, dickwandigen und reservestoffreichen Endospermzellen ruhen auf der zusammengedrückten Haustoriumzelle und dem noch völlig intakten Nucellusbecher auf. Die Antipoden sind aus dem Hohlraum des letzteren völlig verschwunden.

Fig. 10. Basale Partie eines fast ausgereiften Samens im Schnitt von der Schmalseite gesehen, mit unterster Endospermzelle, Haustoriumzelle, den noch plasmareichen Nucelluszellen und fast inhaltslosen Zellen der Chalaza und der Integumente.

SPIROGYRA TJIBODENSIS N. SP.

EINE SCHNELL „ZERSPRINGENDE FORM" MIT PARTHENOSPORENÄHNLICHE UND NORMALE ZYGOTEN

VON

Dr. F. C. VON FABER.

Gelegentlich eines Aufenthalts im Berggarten von Tjbodas mit einigen physiologischen Beobachtungen an Algen beschäftigt, fand ich in einem Bach neben verschiedenen anderen Algen eine *Spirogyra*, welche sich hinsichtlich ihrer Fortpflanzung von der sonst üblichen in mancher Hinsicht unterschied.

Ich bewahrte sie im Laboratorium in einer grösseren Glasschale am hellbeleuchteten, von der Morgensonne beschienenen Fenster in Regenwasser auf und überliess sie sich selber, da ich inzwischen mit anderen Untersuchungen beschäftigt war.

Nach etwa drei Tagen nahm ich eine mikroskopische Untersuchung an dem Algenmaterial vor und fand die *Spirogyra* in lebhafter ungeschlechtlicher Fortpflanzung begriffen.

Der Thallus zeigte auf den ersten Blick keine Abweichung vom gewöhnlichen Typus der *Spirogyra*-fäden; diese sind unverzweigt und haben keine Haftorgane. Bei stärkerer Vergrösserung weist die Membran feine, hyaline, kurze Borsten auf, welche die cylindrischen Fäden in ihrer ganzen Ausdehnung mit Ausnahme der fortwachsenden Spitze bedecken. Diese Gebilde sind wahrscheinlich nichts anderes als die bei *Spirogyra* schon häufig beschriebenen, in der gallertigen Hüllschicht befindlichen „Streifen". Die Stäbchen konnten mühelos ohne Färbung oder

sonstige Präparation beobachtet werden; dagegen gelang es trotz vielfachen Bemühens nicht eine Gallertscheide sichtbar zu machen. Ob eine solche bei vorliegender Art überhaupt existiert muss vorläufig unentschieden bleiben, obwohl ich, wie unten näher begründet werden wird, vermute, dass eine solche nicht besteht.

Auffallend war an der bereits in Fortpflanzung begriffenen Alge der starke Zerfall der Fäden in einzelne Zellen, ein Umstand, der mich zur weiteren Verfolgung dieses Prozesses veranlasste.

Zu diesem Zwecke wurden frisch aus dem Teiche entnommene und in flachen Schalen am hell beleuchteten Fenster kultivierte Fäden in kurzen Zwischenpausen mikroskopisch untersucht. Es gelang auf diese Weise das ruckartige Zerspringen verschiedener Zellen genau zu verfolgen, weshalb ich vorliegende *Spirogyra*, um mit Benecke [1]) zu reden, zu den sogenannten „schnell zerspringenden Formen" rechne.

Benecke giebt an, dass er bei seinen „schnell zerspringenden Formen" eine Gallertschicht nicht gefunden hat; da auch ich vergeblich nach einer solchen bei vorliegender Alge suchte, glaube ich annehmen zu dürfen, dass sie hier nicht vorhanden ist.

Die Untersuchung der Querwände zeigte die charakteristische Faltenbildung, wie sie zuerst Cohn [2]) und später Strasburger [3]) für *Spirogyren* genau beschrieben haben; ich verweise für genaue Einzelheiten nach Strasburger.

Das Vorhandensein einer solchen Faltenbildung macht den mechanischen Vorgang des starken Zerfalls begreiflich, ohne aber indessen seine Ursache zu erklären.

Benecke, der sich bekanntlich eingehend mit den Ursachen des Zerfalls beschäftigt hat, nimmt verschiedene Gründe an. Er kann durch Einwirkung von Aussen erfolgen, z. B. durch

---

1) W. Benecke, Mechanismus und Biologie des Zerfalls der Conjugatenfäden in die einzelnen Zellen. Jahrb. f. wiss. Bot. 32, S. 453.

2) F. Cohn, Zur Lehre vom Wachstum der Pflanzenzelle. Nova Acta 1850, 22, 2, S. 512.

3) E. Strasburger, Zellbildung und Zellteilung. 3. Aufl. S. 171.

Tötung einzelner Zellen im Fadenverbande (intensieve Beleuchtung, starke Erwärmung von einzelnen Zellen etc.), kann aber auch durch Turgorschwankungen der einzelnen Zellen, infolge innerer Vorgänge geschehen.

Da im vorliegenden Falle ein Absterben einzelner Zellen nicht beobachtet werden konnte, lag die Vermutung nahe, dass das Zerspringen einen normalen Vorgang darstellt, vielleicht durch Erhöhung des Turgors verschiedener Zellen infolge der starken Assimilation verursacht. Zur Entscheidung dieser Frage wurde eine Menge frisch aus dem Bache entnommener Fäden hinten im Laboratoriumszimmer, und ein anderer Teil an einem Fenster belassen; erstere bekamen verhältnismässig wenig Licht, während letztere gut beleuchtet waren und Vormittags kurze Zeit von der Sonne beschienen wurden. Um die starke Erwärmung des Wassers infolge der Bestrahlung möglichst auszuschalten, tat ich die mit den Algen beschickten Gläser in ein grösseres Gefäss mit strömendem Wasser.

Die mikroskopische Untersuchung nach drei Tagen ergab folgendes Bild: die hinten im Laboratorium bewahrten Kulturen zeigten keine grosse Besonderheiten; einzelne Fäden hatten sich wurmartig miteinander verschlungen, doch kam es zu keiner Konjugation, die auch nicht später erfolgte. Die Untersuchung der am Fenster gestandenen Kulturen ergab ein interessantes Resultat; hier waren nämlich auch viele Fäden wurmartig miteinander verschlungen und an die Oberfläche der Wasserschicht, wahrscheinlich durch die Unzahl von kleinen Luftbläschen, mitgerissen worden. Auf dem Boden des Gefässes lagen eine grosse Zahl von isolierten Zellen, deren Inhalt schon ganz kontrahiert, etwas gelbbraun gefärbt und von einer derben Membran umgeben war, während andere erst eine beginnende Kontraktion des Plasmaschlauches und Verfärbung erkennen liessen. Da nirgends eine Spur von Kopulationsschlauchbildung zu bemerken war, mussten diese Sporen, denn darum handelte es sich hier, auf ungeschlechtlichem Wege entstanden sein. Dass hier kein Zufall im Spiele war, bewies die Wiederholung der Versuche, bei denen stets in den hell beleuchteten Kul-

turen ungeschlechtliche Sporenbildung und Verflechtung vieler Fäden beobachtet werden konnte.

Kehren wir noch einen Augenblick zu der Ursache des Zerspringens der Fäden zurück. Wie oben schon betont wurde, findet dies nur in den hellbeleuchteten Kulturen statt. An eine schädliche Wirkung des Lichtes als Ursache des Zerspringens kann nicht gedacht werden, da die auseinander gesausten Zellen gar keine Anzeichen einer Schädigung zeigen und sich die in ihnen entstandenen Sporen in keiner Weise von den normalen Zygoten unterscheiden und normal keimen.

Sollte die Ursache des Zerspringens der Fäden in einer beträchtlichen Erhöhung des Turgors zu suchen sein, so müsste dies in den hell belichteten Kulturen direkt festgestellt werden können. Frisch aus dem Bache geholten Fäden zeigten eine beginnende Plasmolyse bei der Konzentration einer Rohrzuckerlösung von etwa 10%. Nach 10-stündiger Beleuchtung wurde die beginnende Plasmolyse erst bei einer Rohrzuckerkonzentration von 14—16%, in vereinzelten Fällen sogar erst bei 17—18% gefunden. Diese Turgorerhöhung kann nur infolge der lebhaften Assimilation stattgefunden haben, da nur die hell beleuchteten Kulturen eine solche Drucksteigerung zeigen. In den hinten im Laboratoriumszimmer aufgestellten Kulturen erreichte der Turgor niemals eine solche Höhe und bei verdunkelten Kulturen geht begreiflicherweise der Turgor bis weit unter das normale herunter.

Dass in den hell beleuchteten Kulturen eine lebhafte Assimilation stattfindet geht schon aus den unzähligen Gasblasen, die aus dem Wasser aufsteigen, hervor. Er war nun zum Verständnis des ganzen Lösungsprozesses der Zellen aus dem Fadenverbande unerlässlich, die Druckhöhe des Protoplasmaschlauches der Zellen von Anfang an bis zum Zerfall der Fäden annähernd zu bestimmen. Die hier folgende Tabelle gibt darüber Auskunft [1]):

---

1) Aus den Bestimmungen greife ich nur einzelne, eklatante Fälle heraus. Stets wurden nur ganz intakte, gesund aussehende Fäden für die Versuche verwendet.

	Zellen von frisch aus dem Teiche entnommenen Fäden.	Nach 20 St. Belichtung.	Kurz nach dem Zerfall.	3 St. nach dem Zerfall.
Beginnende Plasmolyse bei einer Rohrzuckerlösung von:	10%	15%	9—10%	6—7%
	10%	17%	12%	6%
	11%	16%	11%	5%
	10%	15%	10%	7%

Diese Zahlen zeigen nicht allein wie der Turgor in verhältnismässig kurzer Zeit bedeutende Werte erreichen kann, sondern auch wie er nach dem Zerfall der Zelle bis auf das normale und kurz danach bis weit unter das normale heruntergeht. Die Versuche lehrten weiter, dass nicht alle Zellen dieses starke Ansteigen des Turgors bemerken lassen, ebenso wenig wie alle aus dem Fadenverband gelöste Zellen ihren Plasmaschlauch so weit unter das normale kontrahierten. Nur diejenigen Zellen die beides zeigen werden zu Sporen, die anderen gehen entweder zu Grunde oder wachsen zu neuen Fäden heran.

Den hier oben in Zahlen ausgedrückten Vorgang muss man sich folgendermaassen vorstellen. Die im Verband befindlichen Zellen erhöhen ihren Turgor infolge der lebhaften Assimilation soweit, bis schliesslich die Cuticula zerreisst und ein Zerfall der Zellen eintritt. Diese aus dem Verbande gelösten Zellen können nun ihre Membran ausdehnen, der Turgor geht bis auf das normale herunter und in bestimmten Zellen kontrahiert sich das Plasma stark, wobei eine Sporenbildung eintritt.

Ein Zerfall der hell beleuchteten Fäden findet nicht statt, wenn diese in strömenden Wasser gezüchtet werden; sie wachsen rein vegetativ weiter. Wahrscheinlich wird durch die stetige Zufuhr von Nährsalzen durch das strömende Wasser das Wachstum begünstigt und einem Zerreissen der Cuticula vorgebeugt. Bereits KLEBS [1]) nimmt dieselbe Ursache für den Zerfall von *Hormidium nitens* an; er konnte beweisen, dass Bedingungen die den Turgor erhöhen, so z.B. Fortdauer der Assimilation bei Verhinderung des Wachstums, den Zerfall bewirken. Ich

1) G. KLEBS, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896, S. 254.

möchte hier noch auf die eigenartige Verflechtung der Fäden eingehen, die man stets vor dem Zerfall in den hell beleuchteten Kulturen findet und die auf einen beginnenden Geschlechtsakt durch Kopulation hindeutet. Solche Verschlingungen von Fäden haben auch Andere an *Spirogyren* die sich zur Kopulation anschicken beobachtet. De Bary fand sie bei *Sirogonium* und Tröndle bei *Spirogyra neglecta*. Die Vermutung, dass vorliegende Art auch einen Kopulationsakt besitzt, wurde im Lauf der weiteren Untersuchungen bestätigt. Sollte eine solche Kopulation aber eintreten, so dürfen die Zellen nicht aus ihrem Verbande fallen, da sonst der Geschlechtsakt unterbrochen wird. Von diesem Gedankengang ausgehend müsste die Kopulation zu ermöglichen sein, wenn das Auseinanderspringen der belichteten Fäden verhindert würde. Das Licht muss aber trotzdem einwirken können, da nur im hellen Lichte eine Fortpflanzung stattfindet.

Es gelingt bei vorliegender *Spirogyra* durch Experimentieren das Licht nur so lange einwirken zu lassen, dass ein Zerfall der Fäden nicht stattfindet, aber doch Kopulationsschläuche gebildet werden und normale Kopulation eintritt. Diese Versuche zeigten deutlich, dass das Licht eine ganz spezifische Wirkung auf den Geschlechtsakt ausübt, denn nimmt man die Kulturen etwas zu früh aus dem Lichte, so werden keine Kopulationsschläüche gebildet. Die Einwirkung des Lichtes auf den Geschlechtsakt ist uns übrigens durch die schöuen Untersuchungen von Klebs bekannt.

Der Kopulationsprozess verläuft normal, die Konjugation ist eine leiterförmige, ein Unterschied in männlichen und weiblichen Zellen ist nicht zu finden. Irgend eine Gesetzmässigkeit in der Lage von kopulierenden und nichtkopulierenden Zellen konnte ebenfalls nicht festgestellt werden.

In der Literatur finden wir einige Angaben über *Spirogyren* mit geschlechtslosen, zygotenähnlichen Sporen. Die bekannteste ist wohl *Spirogyra mirabilis* (Hassall) Kg. [1]). Bei dieser Art

---

1) A. Hassall, A history of the british freshwater algae. London 1848.

werden in den Zellen, ohne jede Verbindung mit anderen Zellen, je eine braune Spore gebildet. Ausser diesen kennen wir noch andere sogenannte geschlechtslose Konjugaten (*Zygnema reticulatum*[1]), *Zygnema spontaneum*[2]). Vergleichen wir *Spirogyra mirabilis* mit vorliegender *Spirogyra* so können wir nicht behaupten, dass diese wie erstere geschlechtslose Sporen bildet. Ich nehme vielmehr an, dass auch bei den anscheinend geschlechtslos gebildeten Sporen der hier beschriebenen *Spirogyra* eine gegenseitige Beeinflussung der Fäden stattgefunden hat wie bei der Kopulation, nur dass hier diese Beeinflussung durch das Auseinanderfallen der Zellen zu früh ausgehoben wird um noch Kopulationsschlauchbildung zu bewirken. Jedenfalls hat diese gegenseitige Beeinflussung genügt, um die Plasmaschläuche auch selbstständig kontrahieren und zu Sporen werden zu lassen. Dass die Verflechtung der Fäden in diesem Sinn aufzufassen ist, beweisen die Versuche mit einzelnen, hell beleuchteten Fäden. Trotz der guten Beleuchtung findet keine Sporenbildung der auseinandergesausten Zellen statt; sie sterben entweder ab, oder wachsen zu neuen Fäden heran.

Wie die gegenseitige Beeinflussung ist wissen wir nicht sicher, vorläufig müssen wir mit Haberlandt[3]) chemische Reize annehmen. Die gegenseitige Beeinflussung der Zellen ist nicht von einer offenen Kommunikation dieser Zellen abhängig, denn Klebs[4]) konnte Parthenosporen künstlich hervorrufen, noch ehe die trennende Wand der Kopulationsschläuche aufgelöst worden war und er nimmt auch eine gegenseitige Beeinflussung der Gameten lange vor deren stofflicher Vereinigung an. Allerdings trat bei den Kleb'schen Versuchsalgen der Geschlechtszustand später ein als im vorliegendem Falle, wo von Kopulationsschlauchbildung noch nichts zu sehen ist, was aber von unbekannten Ursachen abhängig sein und daher differieren

---

1) A. Hassall, Om en ny Zygnema-Art med Azygosporer. Bot. Tidskrift 1895.
2) O. Nordstedt, De Algis Sandivicensis. Symb. soc. phys., Lundae 1887.
3) G. Haberlandt, Zur Kenntniss der Konjugation bei Spirogyra. Sitzber. d. Akad. d. Wis. i. Wien 1890, 99 1, S. 390.
4) l. c. S. 252.

kann. Der Geschlechtszustand wird im vorliegenden Falle durch die Verflechtung der Fäden erreicht und schon dann muss eine gegenseitige (chemische?) Beeinflussung angenommen werden; wie sollten sonst die Kopulationsfortsätze vis-à-vis erzeugt werden, wenn die Fäden nach der Verflechtung nicht auseinander fallen?

Aus dem oben Angeführten geht hervor, dass wir die scheinbar geschlechtslos gebildeten Sporen als Parthenosporen betrachten müssen. Über die Keimung der Parthenosporen, welche in nichts von jener der durch Befruchtung entstandenen Zygoten abweicht, braucht, da sie keine Besonderkeiten bietet, nichts hinzu gefügt zu werden.

Untersuchungen über die Verschmelzung der Sexualkerne und über das Verhalten der Chloroplasten in den Zygoten, die ich mir für eine spätere Gelegenheit vorbehalten hatte, konnten leider nicht ausgeführt werden, weil ich die Alge nicht mehr zurückgefunden habe. Da aber diese *Spirogyra*, wie mir auch der Gärtner versicherte, mit einem Male verschwindet um später wieder an einer anderen Stelle zum Vorschein zu kommen, so hoffe ich später wieder einmal in der Lage zu sein, diese beabsichtigten Beobachtungen anzustellen.

Ich benenne diese bisher noch nicht beschriebene *Spirogyra* nach dem Fundort *Spirogyra tjibodensis*. Die Diagnose lautet:

Fäden dunkel- später hellgrün. Zellen etwa 45—50 μ breit und meist $1\frac{1}{2}$ mal so lang, mit einem, in vier Windungen verlaufenden Chlorophyllband. Fäden aussen von kurzen, hyalinen Stäbchen bedeckt, wahrscheinlich ohne Gallerthülle. Querwände mit charakteristischer Faltenbildung. Die zur Fortpflanzung sich anschickenden Fäden bilden ein dichtes Geflecht. In den Kulturen kommen je nach den Kulturmethoden ohne Kopulation zygotenähnliche Sporen (Parthenosporen) und normale Zygoten vor. Die Grösse ersterer beträgt 30—34 × 35—40 μ, die der letzteren 32—35 × 37—42; die Farbe beider ist braun; sie keimen gleich gut.

Buitenzorg, Februar 1912. Botanische Laboratoria.

DAS WACHSTUM DER LUFTWURZELN EINER CISSUS-ART.

VON

Dr. A. H. BLAAUW.

Als ich den Monat Dezember 1911 im Berggarten von Tjibodas verbrachte, fielen mir auf den ersten Spaziergängen im Urwalde besonders die langen seilförmigen Luftwurzeln einer Cissus-Art auf. Massart hat diese Pflanze beschrieben unter dem Namen Cissus pubiflora var. papillosa. Die Pflanze selbst lebt oben in den Bäumen des Urwaldes. Nur selten hängen Stamm und Zweige bis nahe am Grunde herab und gewöhnlich sind nur die zwanzig bis dreiszig Meter langen, anfangs 1—2 Mm. dicken Wurzeln zu sehen, welche in der feuchten Atmosphäre des Regenwaldes senkrecht herabhängen und bisweilen durch den Wind leise hin und her pendeln oder schon auf dem Boden schleppen um weinige Tage später in den feuchten Waldboden Seitenwurzeln zu treiben. Wenn eine solche Luftwurzel während ihres Wachstums nicht verletzt wird, bleibt sie unverzweigt und bildet nur Seitenwurzeln und Wurzelhaare, wenn sie auf dem Boden liegt. Wenn die Spitze abbricht, entsteht basalwärts von den in der Nähe der Wundfläche absterbenden Zellen eine Verdickung, aus welcher Wurzelanlagen hervorgehen, und zwar

eine oder mehrere, welche quer oder schräg abwärts auswachsen, nach ihrer Verlängerung durch ihr Gewicht nach unten umbiegen und auf ihre Weise wieder dieselben Erscheinungen zeigen können wie die ursprüngliche Luftwurzel, welche, einmal abgebrochen, später verholzt (Fig. 2.)

Ungeachtet der grossen Anzahl von Luftwurzeln, welche ich untersuchte, habe ich niemals mit unbewaffnetem Auge die ganze beblätterte Pflanze sehen können. Am Ende der Versuche wurde auf meine Aufförderung von den Eingebornen eine Pflanze aus den Bäumen geholt. Dieses Stück war wohl 25 M. lang, war aber abgeschnitten vom Hauptstamm, wo dieser bis auf den Boden herabgefallen war.

Fig. 1 gibt ein Schema vom Verzweigungssystem dieser Pflanze. Der Hauptast ist wenige c.M. dick, etwas abgeflacht, mit Korkwarzen besetzt, welche vergrösserte Lentizellen sind (s. Treub; für die Anatomie s. Schenck). Der Ast verzweigt sich verschiedene Male, oft dichotom; der obere Teil gibt nach der einen Seite Luftwurzeln, nach der andern Zweige ab. Oberhalb einer gewissen Verzweigung bleibt die Pflanze zwar Seitensprosse bilden aber produciert keine einzige Luftwurzel mehr.

Diese Luftwurzeln nun schienen mir besonders geeignet für Beobachtungen über das Wachstum. Aus einigen rohen Bestimmungen war schon zu sehen, dass der Zuwachs hier sehr kräftig war.

Es war im Mitten des Westmonsuns; gewöhnlich regnete es von 3—5 Uhr Nachmittags recht stark, das Wasser lief dann an den Wurzeln herab. Dadurch bemerkte ich bald, dass Marken mit Tusche gar nicht zu benutzen waren, weil sie auf den nassen Luftwurzeln meist nicht halten und gewiss am folgenden Tage abgeschwemmt sind. Statt dieser wurde eine schwarze Farbe gebraucht, womit die Brettehen für die Namen im Garten geschrieben wurden. Um schädlichen Einfluss vorzubeugen wurden mit einem Holzsplitter beim Markieren die Wurzeln nur ganz oberflächlich berührt. Die Farbe, obwohl in recht kleinen Pünkten aufgebracht, war gut zu sehen und wurde

trotz dem herabrieselnden Wasser nur sehr selten abgespült. Aus § II ist zu ersehen, dass von einem schädlichen Einfluss

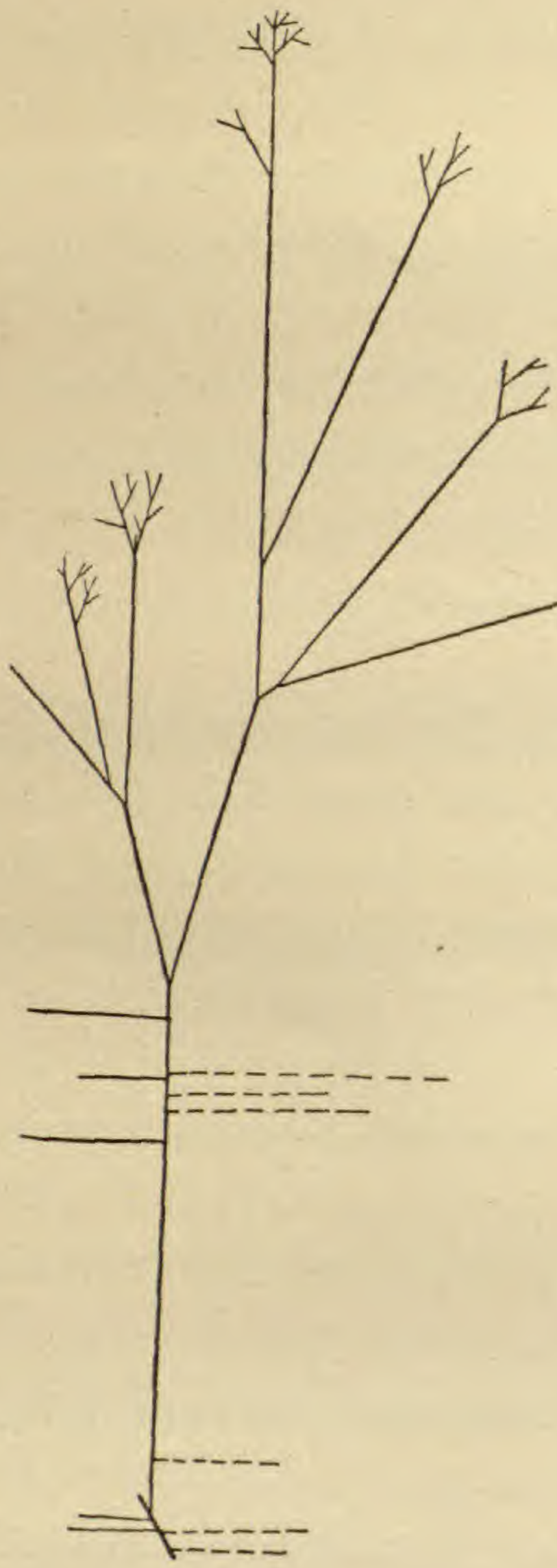


Fig. 1. — — — — Luftwurzel.
——— Aeste.

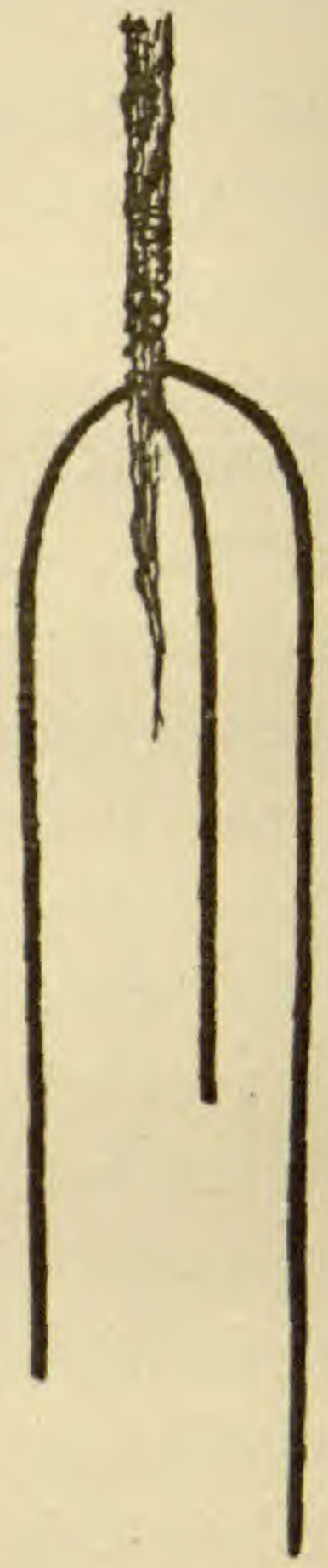


Fig. 2.

auf das Wachstum nichts zu bemerken war, selbst beim Aufbringen von einer grossen Anzahl von Marken.

Um die wachsende Zone und die Verteilung des Wachstums

u. s. w. zu bestimmen, wurde eine grosse Menge von Zahlen gesammelt. Im Anfang wurden die meisten Wurzeln gemessen und markirt um 8 Uhr Morgens und 4 Uhr Abends; später meistens nur jede 24 Stunden. Das Messen und Markieren fand statt mit Hilfe eines metallenen Zollstockes, welcher in Millimeter verteilt war. Da das Auftragen von mehreren Marken von bestimmter Grösse auf die schlaffen Wurzeln öfters unter schwerem Regen ganz schwierig war und viel Zeit förderte, wurden oft erst schnell die Marken aufgetragen und demnach die Entfernungen gemessen. So wurden in den 2—3 Wochen, welche ich für die Untersuchung zur Verfügung hatte, eine grosse Menge von Zahlen gesammelt. Da es nicht möglich war diese auch noch auszuarbeiten in derselben Zeit, wurden teils zu viel Zahlen bestimmt, während ich in anderer Hinsicht die Anzahl wohl grösser gewünscht hätte. Es scheint mir also am Besten alle diese Zahlen in Tabellen mit Erklärung am Ende dieser Arbeit hinzuzufügen, wie ich sie zu Tjibodas aufgezeichnet habe, um weiter in den folgenden Kapitteln Alles zu besprechen, was aus diesen Zahlentabellen zu entnehmen ist. Am Ende wird auch noch eine Tabelle der Witterung in diesen Tagen gegeben, damit auch diese bei der Beurteilung der Folgerungen, wenn nötig, in Betracht gezogen werden kann. Man achte aber darauf, dass die Maximum- und Minimumtemperature ausserhalb des Waldes aufgenommen sind und also mehr schwanken als im Walde selbst.

---

§ 2. Grösse und Verteilung des Wachstums.

Wie gross ist der Gesamtzuwachs der Luftwurzel?

Wie lange ist die wachsende Region?

Aus Tab. 1—6 und aus Tab. 12 (12—13 Dez.) ergiebt sich das Folgende:

	11 Dec. 4 U.—12 Dec. 4 U.		12 Dec. 4 U.—13 Dec. 4 U.	
	Länge der wachsenden Zone	Gesammt-zuwachs	Länge der wachsenden Zone	Gesammt-zuwachs
A	40—50 cM.	5,1 cM	40—50 cM	5,0 cM
B	90—100 »	9,45 »	70—80 »	7,55 »
D	50—60 »	7,9 »	50—60 »	7,35 »
E	30—40 »	4,5 »	30—40 »	6,3 »
Tab. 12			90—100 »	11,6 »

Also beträgt der Gesamtzuwachs dieser Luftwurzeln $4^1/_2$—$11^1/_2$ c.M. pro Tag.

Die wachsende Region hat eine Länge von 30 c.M.—100 c.M. Im Grossen und Ganzen gesagt, wächst eine Luftwurzel also im Durchschnitt 7 c.M. pro Tag, kann deshalb in 10 Monaten 20 M. wachsen. Es ist aber unwahrscheinlich dass im Ostmonsun das Wachstum eben so kräftig ist, da diese Zeit doch auch zu Tjibodas in den Bergen trochner ist als im Westmonsun und die Feuchtigkeit der Atmosphäre eine wichtige Rolle spielt bei der Grösse des Wachstums. Es würde sich empfehlen das Wachstum auch in der trockneren Zeit zu beobachten und besonders die Wachstumsverhältnisse schon vom Austreiben der jüngen Luftwurzelanlagen an, bis sie ausgewachsen sind und auf diese Weise die grosse Wachstumsperiode festzustellen.

Wie ist der Längenzuwachs über die wachsende Region verteilt?

Wenn man die Wurzel von der Spitze an in Zonen von je 10 c.M. verteilt, so ergiebt sich aus Tab. 1—6 das Folgende:

LÄNGENZUWACHS NACH 24 STUNDEN
in Prozenten.

A

Zone I (0—10 cM)	25
» II (10—20 cM)	14
» III (20—30 cM)	8,5
» IV (30—40 cM)	1,5
» V (40—50 cM)	1,5
» VI (50—60 cM)	0,5

B

Zone I (0—10 cM)	20
» II (10—20 cM)	15
» III (20—30 cM)	13
» IV (30—40 cM)	11
» V (40—50 cM)	10
» VI 50—60 cM)	8,5
» VII (60—70 cM)	7,5
» VIII (70—80 cM)	4
» IX (80—90 cM)	3
» X (90—100 cM)	2
» XI (100—110 cM)	0,5

C

Zone I (0—10 cM)	21
» II (10—20 cM)	17
» III (20—30 cM)	14
» IV (30—40 cM)	13
» V (40—50 cM)	11,5
» VI (50—60 cM)	9

D

Zone I (0—10 cM)	26
» II (10—20 cM)	18,5
» III (20—30 cM)	16,5
» IV (30—40 cM)	11
» V (40—50 cM)	6
» VI (50—60 cM)	1,5
» VII (60—70 cM)	0

E

Zone I (0—10 cM)	26
» II (10—20 cM)	14
» III (20—30 cM)	4,5
» IV (30—40 cM)	1
» V (40—50 cM)	0
» VI (50—60 cM)	0
» VII (60—70 cM)	0

F

Zone I (0—10 cM)	25
» II (10—20 cM)	17
» III (20—30 cM)	15
» IV (30—40 cM)	10
» V (40—50 cM)	7,5

Hieraus ist zu ersehen, dass das Wachstum am Kräftigsten ist in der Zone, welche an der Spitze liegt und weiter von der Spitzenzone an allmählich abnimmt. So beläuft sich das Wachstum in der Zone 0—10 c.M. auf 20—26% pro 24 Stunden, während auf 14—19% in der Zone 10—20 c.M., 4—17% in der dritten Zone (20—30 c.M.) u. s. w.

Es lässt sich jetzt fragen, wie der Zuwachs verteilt ist in der Zone 0—10 c.M. Dazu verweise ich nach Tab. 12 und 13. Die Ziffer beziehen sich auf 2 Luftwurzeln, wovon die Spitze in sehr kleinen Zonen verteilt wurde. Die Abstände wurden erst gemessen nachdem die Marken aufgetragen waren. Die Verteilung derart auszuführen, dass die Zonen alle gleich gross genommen wurden, hätte zu viel Zeit und Mühe gekostet, besonders da auf diese Weise jeden Tag neue Luftwurzeln genau verteilt werden müssten. Auch schien es mir wichtig mehrere Tage hintereinander das Verhalten derselben Luftwurzeln zu beobachten und dann ist schon nach 24 Stunden der Vorteil gleicher Zonen fortgefallen. Aus den Prozenten ist zu ersehen, dass man auf diese Weise eine ziemlich undeutliche und ganz unregelmässige Reihe von Ziffern bekommt. Der Uebersichtlichkeit halber werden hier die kleinen Zonen zusammengefasst in Gruppen von je 1—2 c.M. Länge und jedesmal der Längenzuwachs pro 24 Stunden in Prozenten hinzugefügt. Man bekommt also:

(**1**) Längenzuwachs in Prozenten der entsprechenden Zonen in 24 Stunden (9—10 Dez.)

Zone	0—1,5	cM	43 %
»	1,5—2,75	»	24 »
»	2,75—4,25	»	23 »
»	4,25—5,8	»	26 »
»	5,8—7,4	»	19 »
»	7,4—8,85	»	27 »
»	8,85—10,15	»	19 »

(**2**) Idem für dieselbe Luftwurzel (10—11 Dez.)

Zone	0—1,6	cM	31 %
»	1,6—3,15	»	29 »
»	3,15—4,4	»	28 »
»	4,4—5,55	»	26 »
»	5,55—6,8	»	24 »
»	6,8—8,1	»	31 »
»	8,1—9,4	»	21 »
»	9,4—10,7	»	21 »
»	10,7—12,3	»	22 »
»	12,3—13,3	»	25 »

(**3**) Für dieselbe Luftwurzel (11—12 Dez.)

Zone	0—1,5	cM	30 %
»	1,5—2,75	»	32 »
»	2,75—4,1	»	26 »
»	4,1—5,7	»	19 »
»	5,7—7,15	»	28 »
»	7,15—8,7	»	19 »
»	8,7—10,4	»	18 »
»	10,4—12	»	22 »
»	12—13,6	»	19 »
»	13,6—15,1	»	15 »
»	15,1—16,4	»	23 »

(**4**) Für dieselbe Luftwurzel (12—13 Dez.)

Zone	0—1,35	cM	29 %
»	1,35—2,7	»	26 »
»	2,7—4,6	»	26 »
»	4,6—6,15	»	26 »
»	6,15—7,2	»	24 »
»	7,2—9,05	»	16 »
»	9,05—10,9	»	22 »
»	10,9—11,95	»	24 »
»	11,95—13,9	»	18 »
»	13,9—15,8	»	18 »
»	15,8—17,6	»	17 »
»	17,6—19,1	»	27 »
»	19,1—20,65	»	16 »
»	20,65—23,8	»	19 »
»	23,8—29	»	17 »
»	29—35,6	»	14 »
»	35,6—42,8	»	13 »
»	42,8—52,8	»	11 »
»	52,8—63,8	»	11 »
»	63,8—75,6	»	7 »
»	75,6—88,7	»	4 »
»	88,7—103,4	»	1 »

(**5**) Idem für eine zweite Luftwurzel (9—10 Dez.)

Zone	0—1,35	cM	22 %
»	1,35—2,75	»	14 »
»	2,75—3,05	»	38 »
»	3,05—4,25	»	38 »
»	4,25—5,55	»	19 »
»	5,55—6,95	»	14 »
»	6,95—8,45	»	50 »
»	8,45—9,65	»	19 »

Wenn also die Zone 0—10 c.M., in welcher das Wachstum am Kräftigsten ist, weiter in kleinen Zonen verteilt wird, ist es schwierig eine scharfe Stelle des maximalen Wachstums anzudeuten. Höchstens lässt sich der Schluss rechtfertigen, dass die Wachstumsprozente im Grossen und Ganzen von der Spitze an allmählich abnehmen. Diese Abnahme aber ist gar nicht regelmässig und es giebt keine ausgesprochene einzelne Zone maximalen Wachstums. In einem Fall gab es zwei Stellen von gleichem maximalen Zuwachs und weiter kommen ausserhalb der am Kräftigsten wachsenden Stelle gewöhnlich noch mehrere sekundaire Maxima dazu. Das schnellste Wachstum wird gefunden bei (1) in Zone 0– $1^1/_2$ c.M., bei (2) in Zone 0 –1,6 c.M. und in Zone 6,8—8,1 c.M.; bei (3) in Zone 1,5—2,75, bei (4) in Zone 0—1,35 c.M. Ich mache darauf aufmerksam, dass diese vier Fälle sich beziehen auf das Wachstum derselben Luftwurzel und es ist desto mehr auffallend, dass in den auf einander folgenden Tagen die Stelle des maximalen Wachstums an verschienenen Orten gefunden wird. Schliesslich liegt in (5) die Zone zwischen 6,95 und 8,45 c.M. mit einer Stelle kräftigen Wachstums ausserdem in Zone 2,75—4,25 c.M.

Es scheint mir sehr unwahrscheinlich, dass diese unregelmässigen und ziemlich ungewöhnlichen Zahlen Fehlern der Versuchsmethode zuzuschreiben sind. In dieser Hinsicht will ich darauf hinweisen, dass kaum von einiger Schädigung die Rede sein kann, selbst bei einer so grossen Anzahl von Marken, da das Wachstum der ersten Luftwurzel in Zone 0—10 c.M. in den aufeinanderfolgenden Tagen 31, 27, 24 und 24% beträgt, was den obengenannten Zahlen zufolge auf einen kräftigen gesunden Zuwachs hindeutet. Es kommt mir vor, dass gerade durch diese sehr lang ausgezogene Wachstumszone von diesen ausserordentlich langen Wurzeln Unregelmässigkeiten in der Zuwachsverteilung ans Licht treten können, welche bei den bis jetzt untersuchten Wurzeln nicht zu zeigen waren, da selbst die längste Wachstumszone bei diesen nur $^1/_{10}$ ist von der bei Cissus. Und es ist gar nicht unmöglich, dass bei einer genaueren Verteilung der mehr basalwärts gelegenen Zonen

auch derartige Unregelmässigkeiten zu entdecken wären. Da die Feuchtigheitsverhältnisse der Wurzel einen grossen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Wachstums haben, kann eine ungleiche Benetzung der wachsenden Zone vielleicht auch verschiedene kleine Unregelmässigkeiten in der Wachstums-verteilung verursachen.

---

§ III. Das Wachstum im Licht und im Dunkeln.

Wie aus den Tabellen zu ersehen ist, wurden gewöhnlich zweimal pro 24 Stunden Beobachtungen angestellt. Morgens um 8 Uhr, und Abends um 4 Uhr und es war auffallend dabei, dass das Wachstum in den 8 Tagesstunden immer viel weniger war als die Hälfte des Wachstums in den 16 nächtlichen Stunden. Da die etwas höheren Temperaturen am Tage eher das Umgekehrte hätten erwarten lassen, lag die Frage auf der Hand, welche Rolle hier das Licht spielte. Drum wurde das Wachstum der Spitzenzone im Lichte und Dunkeln beobachtet. Um in beiden Fällen die Umstände so viel wie möglich gleich zu machen, wurden die Spitzenteile der Luftwurzeln in Glasröhren oder Flaschen gehängt, während ein Pfropfen nasser Watten um die Luftwurzel herum die Öffnung verschloss. Diejenigen, welche im Licht blieben, wurden aufgehängt an in dem Boden gepflanzte Stöcke; während die verdunkelten gehängt wurden in breite metallenen Hülsen, welche ganz vom Licht abgeschlossen wurden.

Drei Luftwurzeln wurden mit einer markirten Zone von 0—10 c.M. erst 2×24 Stunden im Dunkeln gelassen und darauf 2×24 Stunden im Licht, nachdem aufs Neue eine Zone von 10 c.M. abgesetzt war, (sieh Tab. 14 und 15).

Ganz unabhängig von der Frage über die Wirkung des Lichts, will ich darauf hinweisen, dass der Zuwachs von 13—14 Dez. und von 15—16 Dez. geringer ist als von 14—15 Dez. und von 16—17 Dez. Welche die Ursache davon ist, ist mir nicht deutlich, da auch der Regenfall in diesen Tagen keine auffallende

Parallele damit zeigt und das Ganze macht den Eindruck, als wäre die maximale Wachstumszone hier oberhalb 10 c.M. verschoben.

Was nun den Einfluss der Verdunklung anbetrifft, so scheint wohl aus diesen wenigen Versuchen, als wäre im Dunkeln das Wachstum ein Bisschen kräftiger; aber zur Beurteilung davon war eine grössere Anzahl von Beobachtungen nötig. Dazu wurden auf weitere Luftwurzeln wieder Zonen von 0—10 c.M. abgesetzt, jeden Nachmittag gemessen und dann sogleich wieder auf 10 c.M. markirt. So wurden zwischen 18 Dez. und 23 Dez. noch von 3 Wurzeln im Dunkeln und 4 im Licht, die Zuwachszahlen bestimmt, (s. Tab. 16 und 17). Die folgende Tabelle giebt die Wachstumsprozente der Zone 0—10 c.M. im Licht und im Dunkeln in 24 Stunden (aus Tab. 14—17):

	Wachstum der Zône 0—10 cM *im Licht* (in Prozenten pro 24 St.)						Wachstum dieser Zône *im Dunkeln* (in Prozenten pro 24 St.)					
(1)	29						27					
(2)	27						33					
(3)	22						31					
(4)	40	36	38	38	42	40	35	30	36	43	41	
(5)	34	32,5	36	36	44	34	32	28	41	30		
(6)	35	27					39	29				
(7)	39	29										

Zählt man diese Zahlen auf, so ergiebt sich, dass der Zuwachs im Dunkeln nach 14 Beobachtungen 34 °/₀, im Licht nach 19 Beobachtungen 34,7 °/₀ ist. Deshalb wächst die Luftwurzel eben so schnell im Dunkeln wie im Licht, d.h. im Licht des Waldes. Es sei hier noch hervorgehohen, dass die Aktinometerzeit nach Wynne um 9 Uhr Morgens auf einem normalen Tag 45—60 Sek. war, um 12 Uhr bei hell weisser Bewölkung 25—40 Sek., bei Sonne in leichtem Schatten 15 Sek., alles gemessen im Walde bei den Luftwurzeln.

Während das Wachstum im Licht sowohl wie im Dunkeln in den Gläsern 34 °/₀ ist für die Zone 0—10 c.M. pro 24 St., ist diese z. B. ungefähr 22½ °/₀ nach den Tabellen 1—6 für die-

selbe Zone in der freien Natur. Das ist nicht zu erklären aus einem starken Temperatur-unterschied innerhalb oder ausserhalb den Hülsen. Die Temperatur im offenen Walde betrug z.B. um 8 Uhr Morgens 18½°, im Glas mit Hülse auch 18½°. Ausserdem sind die Schwankungen im Walde ziemlich schwach. Wäre vielleicht in der Hülse die Temperatur am Tage etwas unter dem Maximum geblieben, so würde sie in der Nacht vielleicht etwas oberhalb des Minimums geblieben sein. Die mittlere Temperatur innerhalb und ausserhalb den Hülsen wird gewiss keinen merklichen Unterschied zeigen. Der kräftigere Zuwachs in den Hülsen ist entweder zu erklären aus der viel höheren Feuchtigkeit innerhalb den Hülsen als in der freien Luft oder aus dem ausgiebigen Regen, welcher in den Tagen 17--23 Dez. gefallen war im Vergleich mit den ziemlich trocknen Tagen 11—14 Dez. und der dadurch geringeren Transpiration der Pflanze. Wir kommen hierauf noch näher zurück.

---

§ IV. Das Wachstum am Tage und in der Nacht.

Wir kommen jetzt wieder zurück auf die Erscheinung, dass das Wachstum am Tage sehr viel geringer ist als in der Nacht. Während es anfänglich schien, dass dieses vielleicht zu erklären wäre aus dem Unterschied der Beleuchtungsumstände, ergiebt sich aus dem Obigen, dass die Erklärung nicht in dieser Richtung zu suchen ist. Aus fast allen Tabellen z. B. 1—11 ist der Unterschied zwischen Tag und Nacht deutlich zu sehen. Nehmen wir z. B. die Zone 0—10 c.M. aus den Tab. 1—6. Da die Wachstumsprozente sich beziehen auf eine Zone, welche in den aufeinanderfolgenden 24 Stunden grösser wird als 10 c.M. und diese Ungenauigkeit eine sehr geringe Abnahme der Prozente verursachen könnte, kann man z.B. den Durchschnitt nehmen von 2 Prozentzahlen des nächtlichen Wachstums und diesen vergleichen mit der Prozentzahl des dazwischengeliegenen Tageswachstums. Wenn man so verfährt, so ergibt sich, dass in den 16 nächtlichen Stunden der Zuwachs im Durchschnitt

18½ % ist, in den 8 Tagesstunden 4 %. Dass also die Wachstumsgeschwindigkeiten in der Nacht und am Tage sich verhalten wie 18½ : 8. Und so findet man für die Zone 10—20 c.M. ein Verhältnis 13 : 4; für 20—30 cM. 10½ : 1. Es leuchtet zu gleicher Zeit ein, dass je geringer der Zuwachs ist, desto ungünstiger das Verhältnis des Wachstums am Tage und in der Nacht für den Zuwachs am Tage ausfällt.

Es ist hier die Stelle näher auf die sehr geringen Verkürzungen hinzuweisen, welche schon hie und da aus den Tabellen 1—6 ersichtlich sind. Sie waren gewöhnlich in den Tagesstunden zu beobachten und wurden oft in der Nacht wieder ausgeglichen. Um dieses noch näher zu verfolgen wurde in dem fast ausgewachsenen Teil eine Zone abgesetzt von 300 m.M. und deren Länge am Morgen und am Abend gemessen. Die zwei Versuche gaben das folgende Resultat:

14 Dez. 4 U.	15 Dez. 8 U.	4 U.	16 Dez. 8 U.	4 U.	17 Dez. 8 U.	4 U.
300	302	301,5	302,5	301	302,5	302
			302	301,5	302,5	302

Es ist deutlich hieraus zu ersehen, dass am Tage eine sehr kleine Verkürzung, eine gewisse Erschlaffung eintritt. Und es versteht sich, dass diese auf das Wachstum einen sehr merklichen Einfluss ausüben kann, besonders wo der Zuwachs in den höheren Zonen schwächer wird.

Der geringere Zuwachs am Tage wird also verursacht durch einen schlaffern Zustand, eine Verringerung des Turgors. Woher kommt diese Erschlaffung? Es lag auf der Hand diese daran zuzuschreiben, dass die Atmosphäre des Waldes während des Tages weniger feucht ist als am Abend und in der Nacht, nachdem zwischen 3 und 5 Uhr gewöhnlich die Regen eingetreten waren. Und als es sich herausstellte, dass das Wachstum in der gesättigten Atmosphäre der Gläser so viel kräftiger war, schien dieses ganz damit in Einklang zu stehen. Aber jetzt weisen wir auf die Zahlen der Tab. 14 und 15 hin, wo glücklicherweise das Wachstum in den Gläsern noch während einiger

Tagen so wohl am Morgen wie am Abend beobachtet ist. Und dann zeigt sich, dass auch da wo die Atmosphäre immer gleich feucht ist, der Zuwachs am Tage sehr viel geringer ist als in der Nacht. Also trotzdem in der Nacht die Temperatur niedriger ist als am Tage, während im Licht und im Dunkeln der Zuwachs gleich stark ist und sogar wenn an der Stelle der Feuchtigheitszustand Tag und Nacht derselbe bleibt, so ist dennoch das Wachstum tagsüber sehr viel, wohl um die Hälfte, geringer als in der Nacht. Diese täglich periodische Erscheinung im Wachstum findet also statt, selbst wenn die Umstände in der unmittelbaren Nähe des Versuchs-objektes konstant bleiben. Aber die ganze Pflanze lebt nicht unter konstanten Lebensverhältnissen und oben in den Bäumen ist die eigentliche Pflanze mit ihren Blättern vielem Licht ausgesetzt und findet am Tage die Assimilation und eine starke Steigerung der Transpiration statt. Unwahrscheinlich scheint mir die Annahme, dass die am Tage in den Blättern gebildeten Assimilate im Abend und in der Nacht nach unten abgeführt, erst dann dem Wachstum der Wurzeln zum Nutzen werden und dass Später in der Nacht bis weit in den Tag die Nahrungszufuhr nach den Wurzeln viel bedürftiger ist und so der Zuwachs noch bis im Nachmittag stark verringert ist.

Viel mehr einleuchtend ist die Erklärung, dass die starke Steigerung der Transpiration am Tage und das dadurch entstandene stärkere Wasseraufsaugen aus den Wurzeln das Wachstum der schlaffen, dünnen Luftwurzeln stark benachteilt. Jene Luftwurzeln, welche einmal im Boden gewurzelt haben, können eine grosse Menge Wasser nach oben zuführen und schöpfen damit zugleich den Ersatz für das viele Wasser, das empor gesogen wird. Die Luftwurzeln, welche den Boden noch nicht erreicht haben, müssen ihr Wasser seitlich empfangen aus den grossen Hauptbahnen, welche vom im Boden verzweigten Wurzelsystem nach den Aesten und Blättern aufsteigen. Es ist jetzt sehr verständlich, dass die stark gesteigerte Transpiration, also das stark gesteigerte Saugen seitens der Blätterkrone, merklich wird auf den 20 und 30 M. langen Seiten-

bahnen jener Luftwurzeln, welche den Boden noch nicht erreicht haben und also noch nicht im Stande sind einen Ersatz an Wasser aus dem Boden zu schöpfen. Das stärkere Saugen wird auf diese Weise durch eine Verringerung der Wasserzufuhr von oben herab merklich werden.

Die am Tage starke Steigerung der Transpiration ist also meines Erachtens die natürliche Ursache der am Tage so starke Verringerung des Wachstums bei diesen Luftwurzeln. Die periodische Verkürzung der ausgewachsenen Teile der Luftwurzel, sind wahrscheinlich eine Aeusserung derselben Ursache, wenn nicht schon diese Erscheinung genügend zu erklären ist aus dem Unterschied in Feuchtigkeit am Tage und in der Nacht an der Stelle des Versuchsobjektes selbst.

---

§ V. Das Wachstum im Wasser.

Da aus den Versuchen der § III vielleicht zu schliessen ist auf eine Wachstumsvergrösserung bei grösserer Feuchtigkeit in der Nähe des Versuchsobjektes, wurde auch noch einmal untersucht, was geschieht, wenn die Spitze der Luftwurzel im Wasser hängt. Es wurden dazu drei Luftwurzeln nach Absetzung einer Zone 0—10 c.M. mit ihren Spitzen im Mitten von Flaschen mit Wasser gehängt und mit Watten in der Oeffnung etwas befestigt. Jede 24 Stunden wurde der Zuwachs aufgezeichnet, während jede 2×24 Stunden auf Neuem die Zone 0—10 c.M. abgesetzt wurde. Tab. 18 giebt das Resultat dieser Versuche, mit den Prozenten des Wachstums pro 24 Stunden hinzugefügt.

Während dieser Tagen war das Folgende zu bemerken:

13 Dez.	Im Nachmittag die Pflanzen aufgestellt und markirt.			
14 »	Zuwachs:	17 %	8 %	9 %
15 »		13 »	7 »	—
16 »		12 »	$3\frac{1}{2}$ »	$3\frac{1}{2}$ »
		(Spitze etwas braun werdend)	(Spitze verfault, der weitere gesunde Teil unten etwas verdickt)	(Spitze braun werdend)
17 »		9 %	6 %	6 %
18 »		6 »	$5\frac{1}{2}$ »	—
19 »		4 »	5 »	—
		(Spitze verfault und afgebrochen)		
20 »			7 %	

Zwei Luftwurzeln werden jetzt im Wasser gelassen und weiter nicht mehr gemessen. Am 28 Dez. war das Ende ganz verfault, die eine war unter Wasser mit langen Pilzfäden bedeckt. Beide trugen aber viele jungen Wurzelanlagen am gesunden apicalen Teil.

Wird also eine Luftwurzel im Wasser gelassen, dann wird sogleich das Wachstum geringer und nimmt auch im Laufe der Tage noch ansehnlich ab. Die Spitze verfault, aber der untere gesunde Teil schwellt hier und da einigermassen an und bildet nach vielen Tagen eine Anzahl von Seitenwurzeln.

---

§ VI. Phototropismus und Geotropismus.

Es wurden weiter einige Versuche angestellt über die Frage, wie diese Luftwurzeln sich verhalten gegenüber einseitige Licht- und Schwerkraftreize.

Um die Luftwurzeln einseitig zu beleuchten wurden einige Wurzelspitzen durch eine Oeffnung in kleinen dunkeln Kästchen mit ihren Spitzen aufgehängt und zwar so, dass sie vor einem vertikalen Schlitze, welcher in der Seite des Kästchens angebracht war, hingen. Am 15 Dez. 12 Uhr wurden auf diese Weise 3 Wurzeln aufgestellt und um 4 U. 30 ist das Resultat:

neg. gekrümmt neg. gekrümmt pos. gekrümmt

Aufs Neue wurden 3 Wurzeln aufgestellt, woraus sich 16 Dez. 8 U. 30 ergab:

nicht gekrümmt abgebrochen pos. gekrümmt

Weiter 2 Luftwurzeln aufgestellt; um 12 Uhr ist das Ergebnis:

nicht gekrümmt nicht gekrümmt.

Es wurden weiter noch Versuche angestelt mit 5 Luftwurzeln in Hülsen mit einem Schlitze an der Seite; auch an diesen war kein deutlicher positiver oder negativer Phototropismus festzustellen.

21 Dez. am Vormittag wurden 5 Flaschen aufgehängt; in diese sind schmale Hülsen bis auf den Boden geschoben, welche gerade im Halse der Flaschen passten, während sie in der

untern Hälfte eine vertikale Öffnung hatten. Ausserdem war der Boden auch vom Lichte abgeschlossen. Die Flaschen wurden vertikal aufgehängt so, dass das volle Licht durch die Oeffnung schien.

Um 4 U. 30 Resultat:	0	0	0	0	0
Von Neuem aufgestellt; Resultat:					
22 Dez. 9 U. 30:	0	0	—	0	0
22 Dez. 12 U. wurden 5 neue aufgestellt; Resultat 4 U. 30:	0	0	+	+(schwach)	0
23 Dez. 10 U. Resultat derselben:	0	0	+	0	+

Ungerechnet eine Anzahl von nicht speziell erwähnten Versuchen, wobei sich kein deutlicher Phototropismus herausstellte, geben die oben genannten Versuche 27 Beobachtungen, wovon in 18 Fällen keine Krümmung, in 6 eine positive und in 3 eine negative Krümmung gefunden wurde. Eine ausgesprochene Tendenz zu einem positiven oder negativen Phototropismus ist also bei diesen Luftwurzeln wenigstens bei der im Walde herrschenden Beleuchtung, nichts zu bemerken.

Um die Wurzeln auf ihrem Geotropismus zu prüfen wurden Wurzelspitzen von $2^1/_2$—3 c.M. in verdunkelte Glasröhren mit Watten befestigt und horizontal aufgehängt. 18 Dez. im Nachmittag wurden 12 aufgestellt; Resultat 19 Dez. im Morgen: 5 recht, 2 zweifelhaft negativ, 2 zweifelhaft positiv, 1 pos., 2 misslungen. Bei diesen war in 4 Fällen die Spitze in der Horizontalebene seitwärts gekrümmt. Aufs Neue aufgestellt: 19 Dez. N. M. Resultat: 8 recht, 1 zweifelhaft negativ, 3 undeutlich.

Ein ausgesprochener Geotropismus war also nicht zu beobachten.

---

§ VII. Aus der Literatur.

Wenn wir zusammenfassen, was bekannt ist über das Wachstum von Luftwurzeln, so ergiebt sich, dass das Verhalten dieser Luftwurzeln von Cissus ganz einzig dasteht. Schon Sachs erwähnt, dass die Nährluftwurzeln eine viel längere Wachstums-

zone haben als die Erdwurzeln und hat sogar in einem Fall bei Vitis velutina eine Wachstumszone von 8 bis über 10 d.M. gefunden. Went zeigt näher wie das Wachstum der Nährwurzeln sich über eine viel längere Zone ausbreitet als bei Erdwurzeln, und dass diese Zone bei Nährwurzeln länger ist als bei Haftwurzeln. So findet er, dass die Wachstumszone der Nährwurzeln von Philodendron melanochrysum z.B. 20 m.M. ist und der maximale Zuwachs auf 8,5 m.M. von der Spitze liegt, während in einem andern Fall die Wachstumszone 40 m.M. ist. Jedenfalls ist bei Nährwurzeln die wachsende Zone länger, der Zuwachs grösser, und die Stelle des maximalen Wachstums weiter von der Spitze gelegen, als bei Haftwurzeln.

Linsbauer bestätigt dieses grössenteils näher an Luftwurzeln von Aroideën und findet als maximale Länge für die wachsende Zone 9 c.M. und im Mittel 2—5 c.M.

Es bietet sich jetzt bei Cissus ein Fall dar, wobei die wachsende Zone bis 100 c.M. werden kan und im Mittel 30—100 c.M. ist. Linsbauer weist darauf hin, dass der Gesamtzuwachs nicht proportional der Länge der wachsenden Zone steigt. Verhältnismässig wachsen die Erdwurzeln am schnellsten, dann die Haftwurzeln (40—70 °/₀ der wachsenden Zone), dann relativ am langsamsten die Nährwurzeln, welche die längste Wachtumszone haben, (15—35 °/₀).

Hieran kann ich vollkommen den Fall von Cissus anschliessen lassen, da bei der ± 60 c.M. langen Wachstumszone der Zuwachs im Durchschnitt 7 c.M. pro Tag ist, also ± 12 °/₀. Deshalb eine viel längere Wachstumszone, aber relativ geringeres Wachstum. Linsbauer erwähnt, dass bei der längeren wachsenden Zone der Nährwurzeln von Aroïdeën der Gesammtzuwachs auch absolut nicht grösser ist, als bei Haftwurzeln und sogar geringer, als bei Erdwurzeln mit so kurzer Wachstumszone. Es kan Einem nicht wundern, dass im Falle von Cissus bei einer 10—20 × längeren Wachstumszone der Zuwachs absolut den der bis jetzt untersuchten Wurzeln weit übertrifft. Linsbauer hat weiter, wie Went, untersucht, wie das Wachstum verteilt ist bei Haft- und Nährwurzeln und giebt nette, deut-

liche Bilder von der Verteilung bei Erd-, Haft- und Nährwurzeln. Er weist darauf hin, dass je länger die wachsende Zone ist, die Stelle des maximalen Wachstums um so weniger ausgeprägt ist und das Wachstum um so langsamer abnimmt über die wachsende Zone. Aus den Zahlen, bei Cissus gefunden, ergiebt sich, dass dieser Fall auch damit im Einklang steht, und dass bei Cissus die Stelle des maximalen Wachstums noch viel undeutlicher ist und das Wachstum sehr langsam abnimmt. Stellten wir die Zahlen von Cissus durch eine Figur vor, auf derselben Skala wie Linsbauer seine Bilder giebt, so würde diese Figur im Vergleich mit denen für die Nährwurzeln der Aroïdeën, z.B. wohl zehnmal länger und ungefähr fünfmal höher sein. Es leuchtet also ein, dass die Erscheinungen bei Cissus viel weiter entfernt sind von den bis jetzt untersuchten Nährwurzeln, als diese entfernt sind von den normalen Erdwurzeln. Das ergiebt sich aus der Länge der wachsenden Zone, aus dem Gesammtzuwachse und aus der Wachstumsverteilung. Obwohl die Erscheinungen des Wachstums dieser Luftwurzeln also einen ganz eigenen Charakter haben, schliessen sie sich doch aus der Ferne an die Erscheinungen an, welche sich besonders nach den Untersuchungen von Sachs, Went und Linsbauer zeigen in der Reihe, welche gebildet wird durch die 3 Gruppen von Erd-, Haft- und Nährwurzeln (vom Orchid.- und Aroïd.-typus).

Schon Kraus hat gezeigt dass der Bambus in der Nacht schneller wächst als am Tage. Das zu der Tageszeit geringere Wachstum der Luftwurzeln habe ich gemeint erklären zu müssen aus der am Tage starken Steigerung der Transpiration der beblätterten Pflanze, da diese weder aus der Belichtung, noch aus lokal-verschiedener Feuchtigkeit, noch aus der Temperatur zu erklären ist und da die Tatsachen darauf hindeuten, dass ein directer Einfluss der gesteigerten Transpiration, also des gesteigerten Saugens nach oben, die Ursache ist des geringeren Wachstums.

Mit Absicht erwähne ich, dass beim Feststellen dieser Meinung die Auffassung von Lock in seiner Arbeit über das Wachstum von Riesenbambusen mir noch nicht bekannt war. Um so

mehr kann dies die Meinung von Lock bestätigen, bei welcher ich mich ganz anschliesse. Darum ist es am Besten dass ich seine eigenen Worten hier anführe. Er sagt S. 250: „Growth during the day was almost always considerably slower than at night. On a single occasion only was a greater hourly growth recorded for the period from 7 A.M. to 5 P.M. than for the following period from 5 P.M. to 7 A.M. On this occasion rain fell continuously during the whole of the day, and in consequence of this the psychrometric condition of the air closely approached saturation, and the day therefore equalled in moisture, or possibly even exceeded the following night."

Dass der Zuwachs in den Gläsern während der Tagen 17—22 Dez. so viel grösser war als in der freien Luft auf 11—14 Dez., ist darum vielleicht zum Teil oder ganz schon zu erklären aus dem viel ausgiebigern Regen in den Tagen 17—22 Dez. als in den trockenen Tagen 11—14 Dez.

Weiter S. 251: „During the hotter and drier parts of the day a slight reduction in length was sometimes observable. This was always small in amount, and usually only just to be detected by the method of measurement emplaged. Il never amounted to more than 2 or 3 m.M. per hour."

Eine derartige Erscheinung war doch auch zu beobachten an den fast ausgewachsenen Teilen der Luftwurzeln. Weiter weist Lock darauf hin, dass bei den Tatsachen, welche bekannt sind über Periodicität des Wachstums fast gar nicht oder ungenügend darauf geachtet ist, ob die Feuchtigkeit konstant gehalten wurde. Er gibt S. 265: „The average hourly growth between 7 A. M. and 5 P. M. (day) was 6 m.M., between 5 P. M. and 7 A. M. (night) 16 m.M. at heights of 3—12 metres".

Man sieht, dass dieses Verhältnis des Wachstums am Tage und in der Nacht ganz nahe steht an dem, welches ich fand bei den untersuchten Luftwurzeln.

S. 262: „For these reasons I would submit, that the question requires further examination, whether the daily periodicity so widely observed in the functions of plants may not be partly or even largely determined in a considerable number of cases

by periodic changes in the psychrometric condition of the atmosphere, and whether the influence of the daily alterations of light and darkness may not have been somewhat exaggerated".

Von einem direkten Einfluss des Feuchtigkeitswechsels in der Atmosphäre auf den jungen Sprossen des Bambuses kann gar nicht die Rede sein, da diese Sprosse dicht bedeckt sind mit zahllosen jungen Blättern, und ebenso wenig wird auch das Licht so tief eindringen können. Er folgert also S. 263: „We must suppose that transpiration produces changes in the pressure of water in the rhizome, and that these changes of pressure react upon the turgour of the growing cells."

Die Wirkung des Feuchtigkeitswechsels in der Atmosphäre ist so geschwind und direkt bei den riesigen Abmessungen der Pflanze, dass er schliesslich S. 263 sagt: „It seems most probable also from this consideration that the transmission of the effect must be by changes of hydrostatic pressure, and not by any direct conduction of a stimulus through living organs."

Die Auffassungen zu denen Lock geführt wurde, spricht er so klar und scharf aus, dass ich nicht besser tun kann als mich ganz an ihm anzuschliessen und seine eigenen Worte zu wiederholen, damit auf Neuem die Aufmerksamkeit auf diese Meinung gelenkt wird. Es sei hier noch hervorgehoben, dass es gerade zwei Untersuchungen in den Tropen sind, wobei man schliessen muss auf der grossen Rolle, welche die Transpiration beim Wachstum spielt.

---

§ VIII. Zusammenfassung.

1°. Cissus pubiflora var. papillosa, welche im Urwald bei Tjibodas lebt, trägt Luftwurzeln, welche eine wachsende Zone haben von 30—100 c.M. Sie wachsen pro Tag 4½—11½ cM.

2°. Der maximale Zuwachs liegt in der Zone 0—10 c.M. und beläuft sich in dieser Zone auf 20—30 % pro 24 Stunden. In der Zone 0—10 cM. ist das Wachstum ziemlich unregelmässig verteilt; gewöhnlich giebt es mehrere Stellen mit

extra starkem Wachstum. Eine Stelle mit maximalem Wachstum wurde bisweilen in der Zone 0—1½ c.M. gefunden, oft weiter von der Spitze, in einem Falle in der Zone 7—8½ c.M.

3°. Das Wachstum ist im Dunkeln und im Licht des Waldes gleich gross.

4°. Das Wachstum ist am Tage viel geringer als in der Nacht; es ist zwischen 4 U. Nachmittags und 8 U. Morgens in der Zone 0—10 c.M. mehr als zweifach; in der Zone 10—20 cM. mehr als dreifach stärker als am Tage.

5°. Die tägliche periodische Verringerung des Wachstums wird weder verursacht durch eine Aenderung der Temperatur noch durch Beleuchtungsumstände, oder durch eine lokal wechselnde Feuchtigkeit. Sie ist zu erklären aus der am Tage starken Steigerung der Transpiration der beblätterten Pflanze.

6°. Die Luftwurzeln zeigen im Walde keine bestimmten phototropischen oder geotropischen Krümmungen.

Tjibodas, Dez. 1911.

Haarlem.

LITERATUR.

SACHS. Arbeit. d. Bot. Inst. zu Würzburg. 1873/74 Bd. I.
TREUB. Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg. III S. 176.
SCHENCK. Beitr. zur Anatomie der Lianen (in Botan. Mitt. a. d. Tropen).
WENT. Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg. Vol. 12; 1895.
KRAUS. Ann. du Jard. Bot. de Buit. Vol. 12; 1895.
LINSBAUER. Flora; Bd. 97; 1907. Heft 3.
LOCK. Ann. of the Royal Bot. Gard. Peradeniya. Vol. II.
MASSART. Un botaniste en Malaisie. 1895.

ERKLÄRUNG DER FIGUREN.

Fig. 1. Schema der Verzweigung der Cissus-pflanze auf einer Skala 1 : 100. Mit ----- sind die Luftwurzeln angedeutet, mit ——— die Aeste.

Fig. 2. Drei sekundäre Luftwurzeln, entstanden am abgebrochenen Ende der primären Luftwurzel.

Tabelle 1.

Eine Luftwurzel, in der freien Luft, ist von der Spitze an verteilt in Zonen von je 100 m.m. Am Morgen und am Abend werden die Zonen gemessen, und zwischen Klammern das Wachstum in Prozenten hinzugefügt. Weniger als 0,5% wird als Null berechnet.

11 Dez. 4 U.	12 Dez. 8 U.	4 U.	13 Dez. 8 U.	4 U.
100	118 (18 %)	125 (6 %)	147 (18%)	151 (3 %)
100	112 (12 »)	114 (2 »)	127 (11 »)	130 (2 »)
100	108 (8 »)	108,5 (0 »)	116 (7 »)	117 (1 »)
100	102 (2 »)	101,5 (0 »)	102,5 (1 »)	102
100	101 (1 »)	101,5 (0 »)	101,5 (0 »)	101
100	100,5 (0,5 »)	100,5 (0 »)	100 (0 »)	100

Tab. 2. Wie oben in Tab. 1.

11 Dez. 4 U.	12 Dez. 8 U.	4 U.	13 Dez. 8 U.	4 U.
100	118,5 (18,5%)	120 (1 %)	139 (16%)	141 (1 %)
100	113 (13 »)	115 (2 »)	127 (10 »)	128 (1 »)
100	111 (11 »)	113 (2 »)	124 (10 »)	124 (0 »)
100	110 (10 »)	111 (1 »)	121 (9 »)	122 (1 »)
100	109,5 (9,5 »)	110 (0 »)	119 (8 »)	119 (0 »)
100	107,5 (7,5 »)	108,5 (1 »)	115 (7 »)	115 (0 »)
100	107 (7 »)	107,5 (0 »)	113 (5 »)	113 (0 »)
100	104 (4 »)	104 (0 »)	104 (0 »)	104 (0 »)
100	102 (2 »)	103 (1 »)	102,5	— —
100	102 (2 »)	102 (0 »)	101,5	— —
100	100 (0,5 »)	100,5 (0 »)	100	— —

Tab. 3. Wie oben.

11 Dez. 4 U.	12 Dez. 8 U.	4 U.	13 Dez. 8 U.	4 U.
100	118 (18 %)	121 (3 %)	142 (17 %)	144 (1 %)
100	115 (15 »)	117 (2 »)	131 (12 »)	132 (1 »)
100	112,5 (12,5 »)	114 (1 »)	126 (10 »)	127 (1 »)
100	112 (12 »)	113 (1 »)	123 (9 »)	125 (2 »)
100	110,5 (10,5 »)	111,5 (1 »)	120 (8 »)	120 (0 »)
100	108 (8 »)	109 (1 »)	115 (6 »)	115,5 (0 »)

Tab. 4. Wie oben.

11 Dez. 4 U.	12 Dez. 8 U.	4 U.	13 Dez. 8 U.	4 U.
100	122,5 (23 %)	126 (3%)	150 (19%)	153 (2 %)
100	117 (17 »)	118,5 (1 »)	136 (15 »)	137 (1 »)
100	115 (15 »)	116,5 (1 »)	129 (11 »)	131 (2 »)
100	111,5 (11,5 »)	111 (0 »)	120 (8 »)	121 (1 »)
100	106 (6 »)	106 (0 »)	108 (2 »)	109 (1 »)
100	102 (2 »)	101,5 (0 »)	102 (0 »)	102 —
100	100 (0 »)	99,5 (0 »)	100 (0 »)	99,5 —

Tab. 5. Wie oben.

11 Dez. 4 U.	12 Dez. 8 U.	4 U.	13 Dez. 8 U.	4 U.
100	119 (19 %)	126 (6%)	148 (18%)	157 (6 %)
100	110,5 (10,5 »)	114 (3 »)	126 (11 »)	130 (3 »)
100	104 (4 »)	104,5 (0 »)	117 (12 »)	118 (1 »)
100	101 (1 »)	101 (0 »)	101 (0 »)	102 (1 »)
100	100 (0 »)	100 (0 »)	100 (0 »)	100,5 (0,5 »)
100	100 —	99,5 —	99 —	99,5 —
100	100 —	100 —	101 —	101 —

Tab. 6. Wie oben.

11 Dez. 4 U.	12 Dez. 8 U.	4 U.	13 Dez. 8 U.	4 U.
100	119 (19%)	125 (5%)	148 (18%)	157 (6 %)
100	113 (13 »)	117 (4 »)	135 (15 »)	140 (4 »)
100	113 (13 »)	115 (2 »)	128 (11 »)	132 (3 »)
100	109 (9 »)	110 (1 »)	120 (9 »)	123 (3 »)
100	106 (6 »)	107,5 (1 »)	113 (5 »)	119 (5 »)

Tab. 7.

Von einer Luftwurzel, in der freien Luft, ist von der Spitze an eine Zone abgesetzt, dezer Länge 9 Dez. 8 U. gemessen wurde. Weiter wurde Abends und Morgens die Länge in m.m. dieser Zone gemessen, und das Wachstum in Prozenten zwischen Klammern hinzugefügt.

9 Dez. 8 U.	4 U.	10 Dez. 8 U.	4 U.	11 Dez. 8 U.	4 U.
97	103 (6%)	121 (17%)	135 (12%)	158 (17%)	166 (5%)

Tab. 8—11, wie oben in Tab. 7, für vier Luftwurzeln.

9 Dez. 8 U.		4 U.		10 Dez. 8 U.		4 U.		11 Dez. 8 U.		4 U.	
Tab. 8.	107	111	(4%)	130	(17%)	140	(8%)	162	(16%)	171	(6%)
Tab. 9.	109	113	(4%)	133	(18%)	142	(7%)	163	(15%)	169	(4%)
Tab. 10.	98	102	(4%)	121	(19%)	132	(9%)	151	(14%)	157	(4%)
Tab. 11.	108	112	(4%)	138	(23%)	144	(4%)	179	(24%)	185	(3%)

Tab. 12.

Eine Luftwurzel, frei in der Luft, ist in kleinen Zonen verteilt, dezen Länge unter den Daten in m.m. angegeben ist, der Zuwachs in Prozenten pro 24 Stunden zwischen Klammern. Später sind noch weitere Zonen hinzugefügt.

9 Dez. 8 U.	10 Dez. 8 U.	11 Dez. 8 U.	12 Dez. 8 U.	13 Dez. 8 U.
2,5	4 (60%)	6 (50%)	7,5 (25%)	9,5 (27%)
2,5	3,5 (40 »)	4,5 (29 »)	6 (17 »)	8 (33 »)
3	4 (33 »)	4,5 (13 »)	6 (17 »)	7,5 (25 »)
3	4,5 (50 »)	6 (17 »)	7,5 (25 »)	9,5 (27 »)
4	5,5 (38 »)	6,5 (18 »)	9 (38 »)	11,5 (28 »)
4,5	5,5 (22 »)	8 (45 »)	10 (25 »)	12,5 (25 »)
3,5	4,5 (29 »)	5,5 (22 »)	7 (27 »)	9,5 (36 »)
4,5	5,5 (22 »)	7 (27 »)	8,5 (21 »)	10 (18 »)
5,5	7 (27 »)	9 (29 »)	10,5 (17 »)	13 (24 »)
4,5	6 (17 »)	7 (17 »)	10 (43 »)	11,5 (15 »)
5	5,5 (10 »)	7,5 (36 »)	8,5 (11 »)	10,5 (24 »)
4,5	6,5 (44 »)	8 (23 »)	9,5 (19 »)	11,5 (21 »)
5,5	6 (9 »)	7,5 (25 »)	9 (20 »)	11 (22 »)
5,5	7 (27 »)	9 (29 »)	10,5 (17 »)	13 (24 »)
5,5	6 (9 »)	8 (33 »)	9,5 (19 »)	11,5 (21 »)
5,5	6,5 (18 »)	8 (23 »)	10 (25 »)	11,5 (15 »)
5	6,5 (30 »)	8 (23 »)	9,5 (19 »)	12 (26 »)
4,5	6,5 (44 »)	7,5 (15 »)	9,5 (27 »)	10,5 (11 »)
5,5	6,5 (18 »)	8,5 (31 »)	9,5 (24 »)	11 (16 »)
4,5	5,5 (22 »)	7 (27 »)	8,5 (21 »)	10 (18 »)
4	5 (25 »)	6,5 (30 »)	7 (8 »)	9,5 (36 »)
5	5,5 (10 »)	7 (27 »)	8 (14 »)	9,5 (19 »)
4	5 (25 »)	6 (20 »)	8 (33 »)	9,5 (19 »)
4	5 (25 »)	6,5 (30 »)	7,5 (15 »)	8,5 (11 »)
		27	32 (18 »)	38 (19 »)
		46	52 (13 »)	61 (17 »)
		56	66 (17 »)	75 (14 »)
		64	72 (12 »)	81 (13 »)
			100	111 (11 »)
			110	122 (11 »)
			118	126 (7 »)
			131	136 (4 »)
			147	148 (1 »)

Tab. 13. Wie oben in Tab. 12.

9 Dez. 8 U.	10 Dez. 8 U.	13 Dez. 8 U.
4	6 (50 °/₀)	14,5 (47 °/₀)
5	5,5 (10 »)	15,5 (61 »)
4,5	5 (11 »)	11,5 (43 »)
5	5,5 (10 »)	12 (39 »)
4,5	5 (11 »)	9,5 (30 »)
4,5	5,5 (22 »)	12 (39 »)
5	5,5 (10 »)	11 (33 »)
4	5,5 (38 »)	10 (27 »)
4	7 (75 »)	13,5 (31 »)
4,5	5 (11 »)	10,5 (37 »)
3,5	5,5 (56 »)	10 (27 »)
4	6 (50 »)	11 (28 »)
4,5	6 (17 »)	11 (28 »)
4,5	5 (11 »)	8,5 (23 »)
4	4,5 (13 »)	8 (26 »)
4,5	5,5 (22 »)	8,5 (19 »)
5	5,5 (10 »)	9 (21 »)
4,5	5 (11 »)	8 (20 »)
4	5,5 (38 »)	8,5 (19 »)
4	5,5 (38 »)	8 (11 »)
3,5	6 (71 »)	7,5 (12 »)
3,5	5,5 (56 »)	7,5 (12 »)
4	5,5 (38 »)	5,5 (3 »)
3,5	5 (43 »)	6,5 (6 »)
4,5	5,5 (22 »)	6 (7 »)
4	5 (25 »)	

Tab. 14.

Von drei Luftwurzeln wird von der Spitze an eine Zone von 100 m.m. abgesetzt und in eine Glasröhre gehängt *und verdunkelt.*

13 Dez. 4 U.	14 Dez. 8 U.	4 U.	15 Dez. 8 U.	4 U.
(Nº. 1) 100	123 (23°/₀)	127 (3°/₀)	170 (34°/₀)	186 (9°/₀)
(Nº. 2) 100	124 (24 »)	133 (7 »)	174 (31 »)	194 (11 »)
(Nº. 3) 100	122 (22 »)	131 (7 »)	166 (27 »)	184 (11 »)

Tab. 15.

Dieselben Luftwurzeln aus Tab. 14 werden wieder mit einer Zone von 100 m.m. aufgehängt in eine Glasröhre, aber jetzt *im Licht* gelassen.

15 Dez. 4 U.	16 Dez. 8 U.	4 U.	17 Dez. 8 U.	4 U.
(Nº. 1) 100	125,5 (25,5%)	129 (3%)	170 (31%)	188 (11%)
(Nº. 2) 100	120 (20 »)	127 (6 »)	164 (29 »)	178 (9 »)
(Nº. 3) 100	117,5 (17,5 »)	122 (4 »)	abgebrochen	

Tab. 16.

Von drei Luftwurzeln wird jeden Tag eine Zone von 100 m.m. von der Spitze an abgesetzt, und jedesmal die Länge nach 24 Stunden gemessen. Die Zonen sind *verdunkelt*. Die Zahlen geben die gefundene Länge der Zone nach 24 St.

18 Dez.	19 Dez.	20 Dez.	21 Dez.	22 Dez.	23 Dez.
135	130	136	143	141	—
132	—	—	128	141	130
—	—	—	—	139	129

Tab. 17.

Wie oben in Tab. 16, aber von vier Luftwurzeln, welche *im Licht* gelassen werden.

18 Dez.	19 Dez.	20 Dez.	21 Dez.	22 Dez.	23 Dez.
140	136	138	138	142	140
134	132,5	136	136	144	134
				135	127
				139	129

Tab. 18.

Drei Luftwurzeln werden mit einer Spitzenzone von 100 m.m. in Wasser gehängt; sie wurden nach 2 Tagen wieder auf 100 m.m. neu mirkirt.

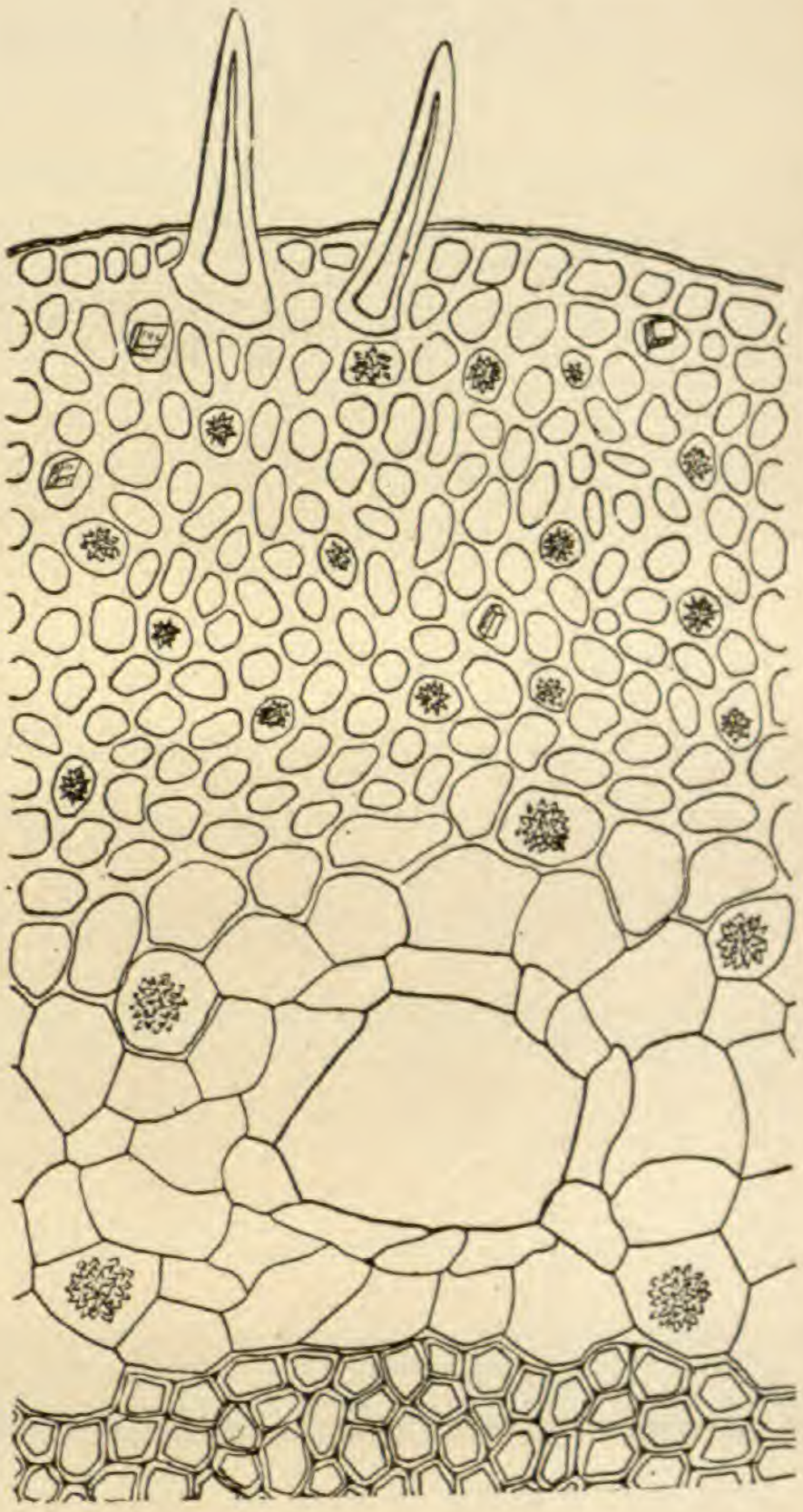
	I.	II.	III.
13 Dez. 4 U.	100	100	100
14 » »	117 (17 %)	108 (8 %)	109 (9 %)
15 » »	132 (13 »)	116 (7 »)	—
15 » »	100	100	100
16 » »	112 (12 »)	104 (4 »)	104 (4 »)
17 » »	122 (9 »)	110 (6 »)	110 (6 »)
17 » »	100	100	
18 » »	106 (6 »)	105,5 (6 »)	
19 » »	110 (4 »)	111 (5 »)	
20 » »	—	119 (7 »)	

WITTERUNGSTABELLE.

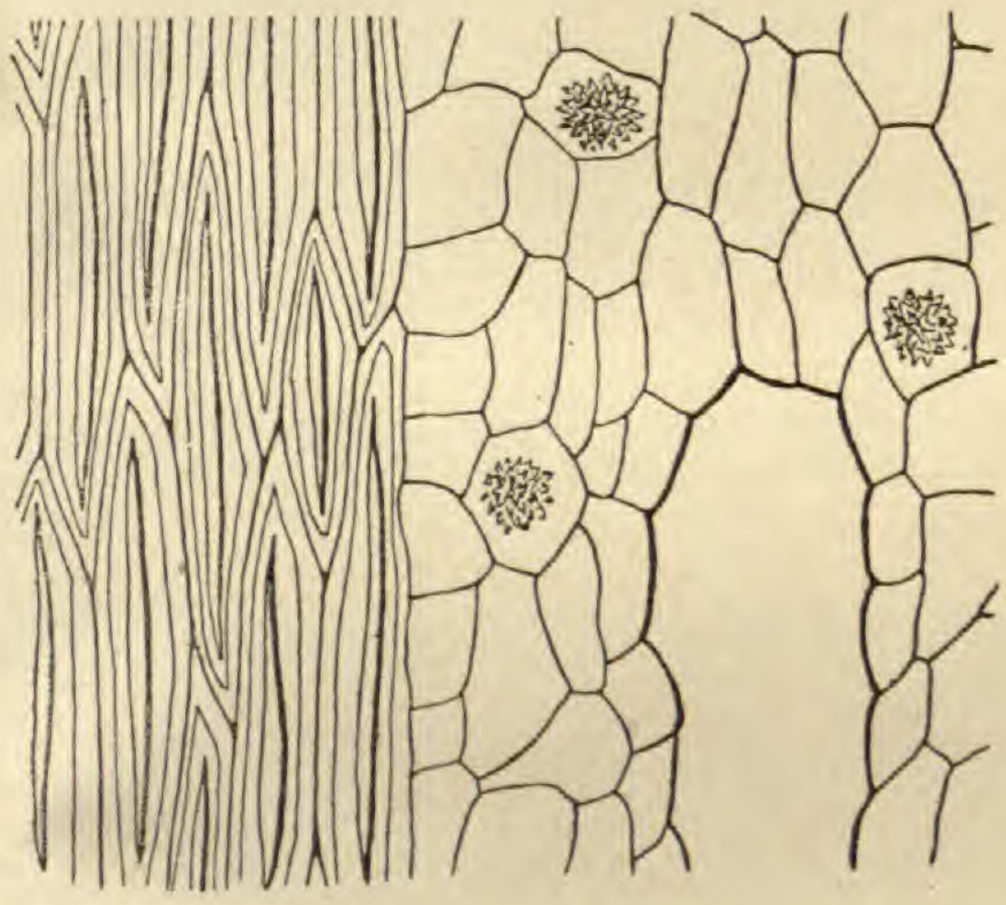
Der Regenfall ist aufgezeichnet in m.m., zwischen 5 U. am Abend und 9 U. im Morgen, und zwischen 9 U. und 5 U. am Tage. Maximum- und Minimumtemperature werden gegeben in Celsius. Die Maximumtemp. liegt gewöhnlich zwischen 12 und 3 U., bisweilen zwischen 9 und 12 U. Die Minimumtemp. liegt zwischen 5 U. Abends und 6 U. Morgens.

	Regen		Maximum	Minimum
	5 U.—9 U.	9 U.—5 U.		
8 Dez. 1911	—	14	22,75	15,2
9 »	2	8,5	23,2	14,5
10 »	0,5	15	21,5	14,75
11 »	0	4	20,75	14,75
12 »	0	0	21,2	14,5
13 »	0	0	23	13,75
14 »	0	0	21,2	15,2
15 »	0	4	21	16,5
16 »	0	0,7	22,75	15,75
17 »	17,2	4	22	17
18 »	0	18,6	20,2	15,5
19 »	1,5	7	21,75	16,5
20 »	6,6	21,7	24,2	15,75
21 »	2,3	0	23,2	15,5
22 »	0	37	22,75	16,5
23 »	0,2	10,7	22,75	15,75

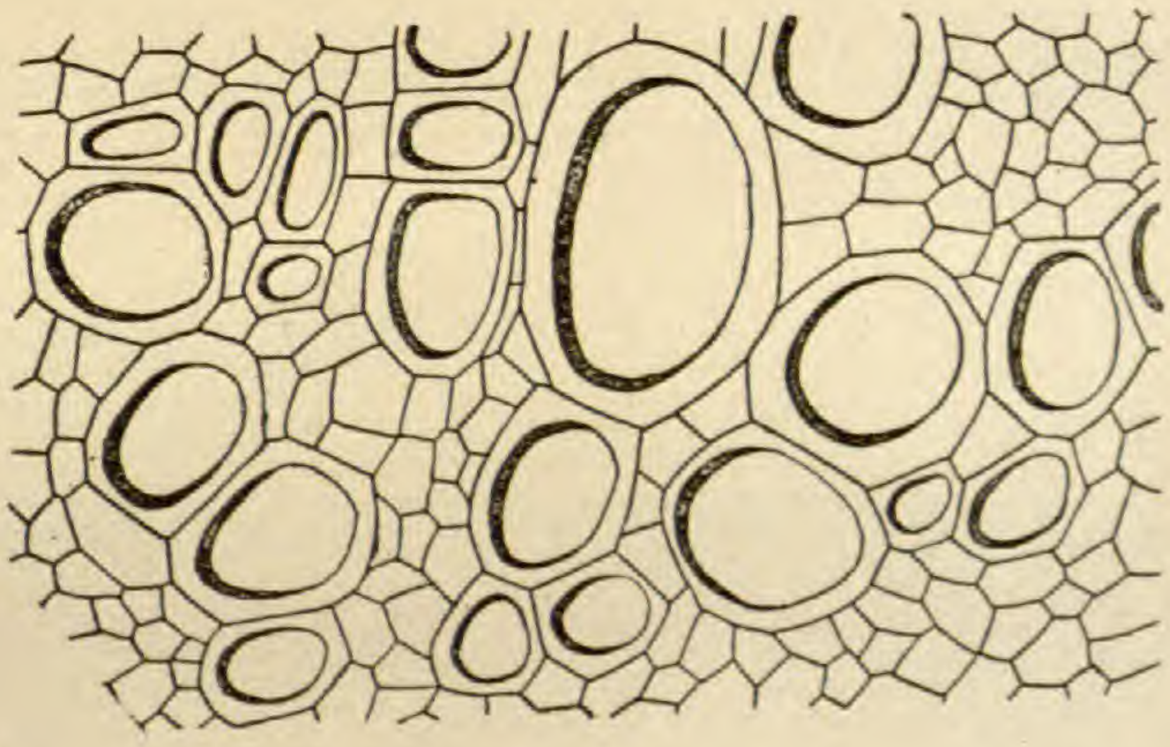
1



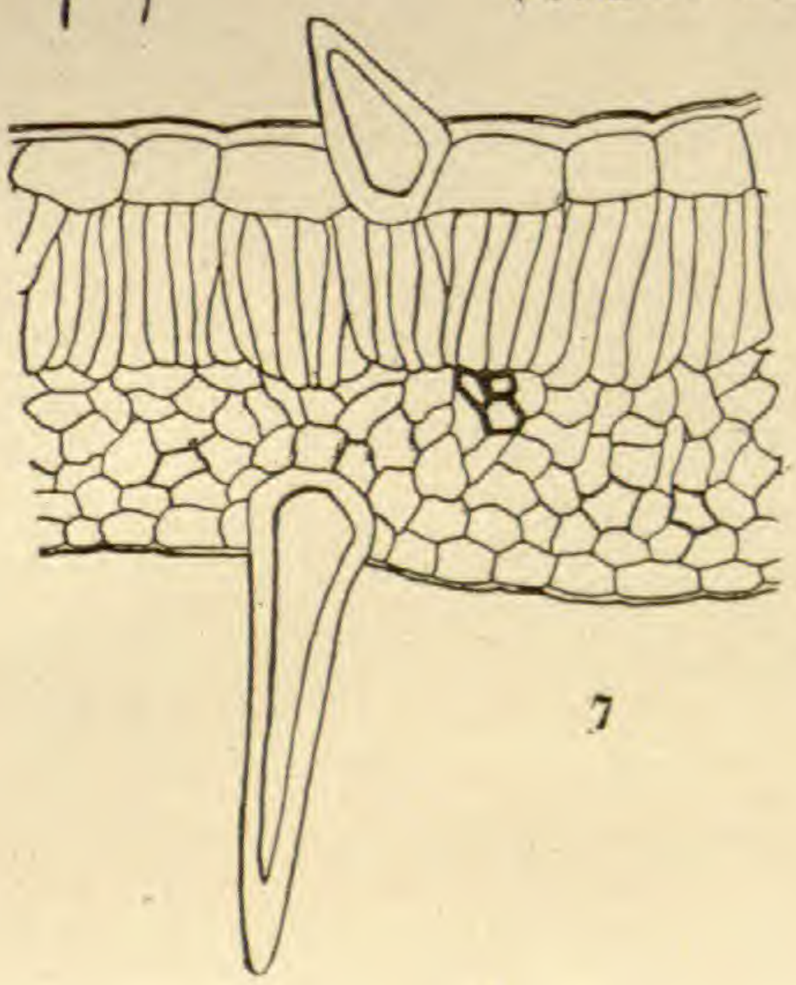
4



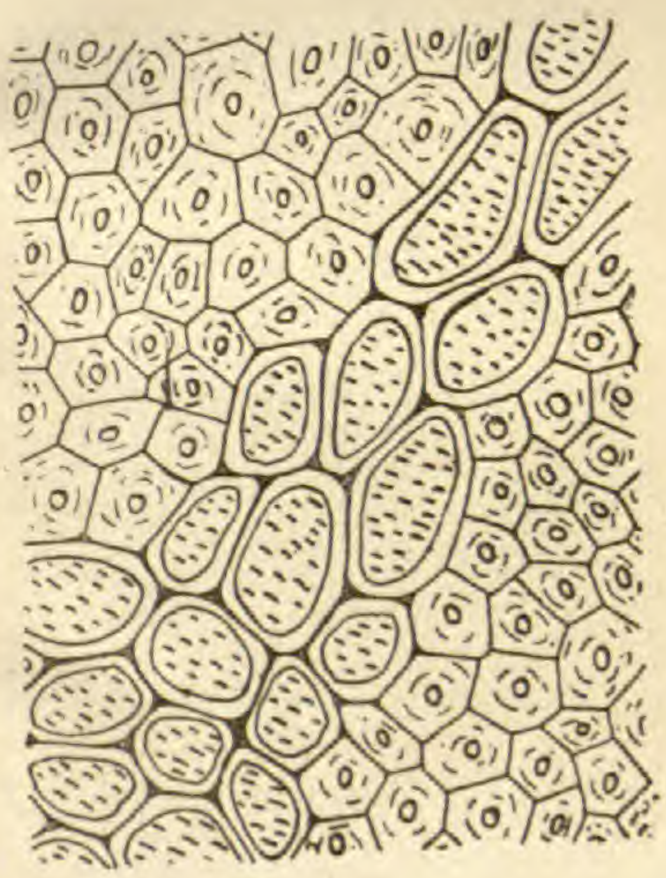
5



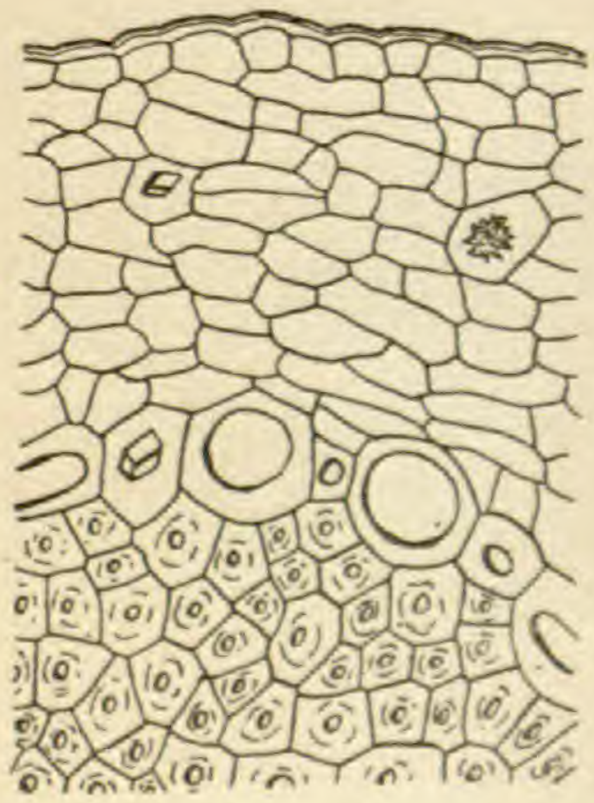
2



7



6



3

1. $\frac{2}{1}$

2. $\frac{5}{1}$

3. $\frac{13}{1}$

4. $\frac{12}{1}$

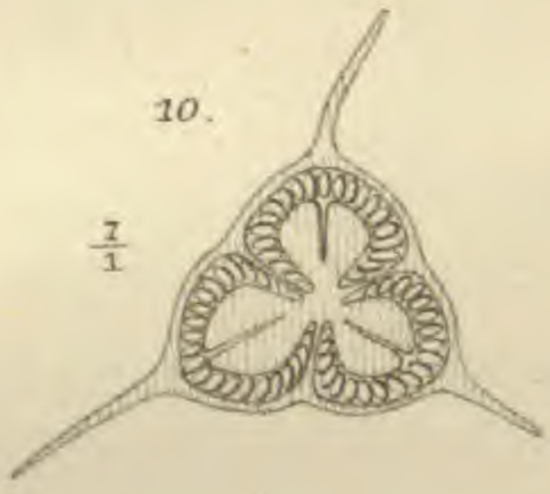
5. $\frac{24}{1}$

6. $\frac{34}{1}$

7. $\frac{26}{1}$

8. $\frac{13}{1}$

9. $\frac{20}{1}$



10. $\frac{7}{1}$

11. $\frac{24}{1}$

J. J. Smith gez.

Fa. P. W. M. Trap impr.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

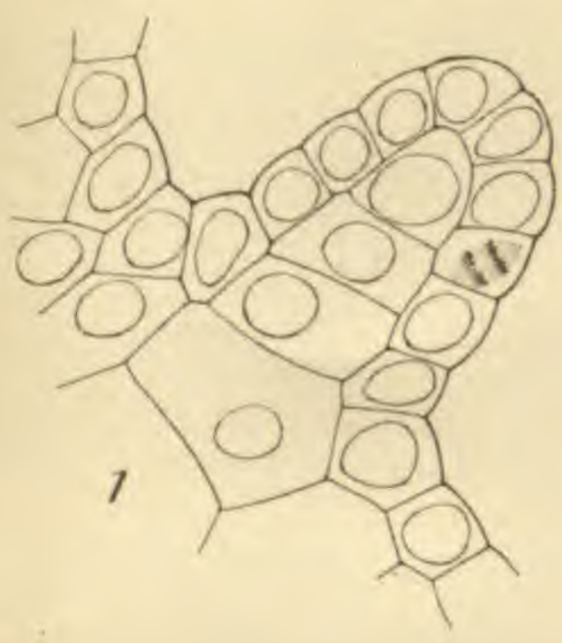
10

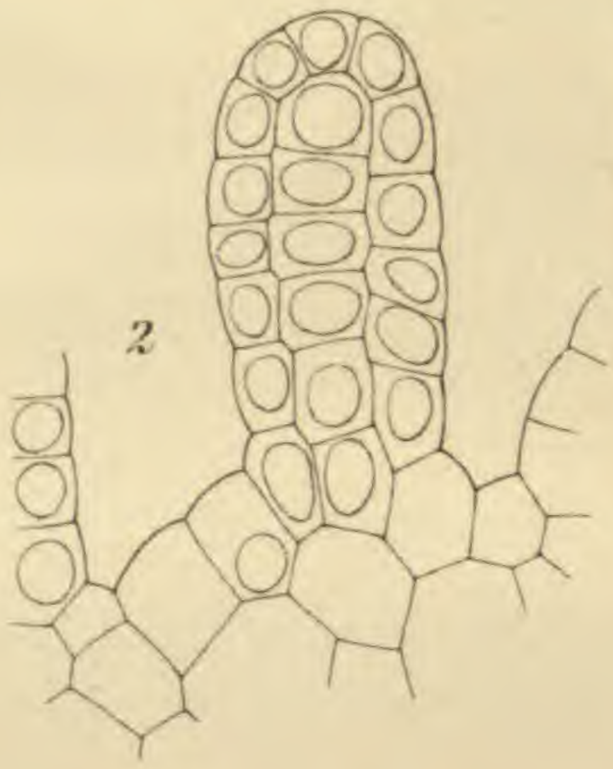
11

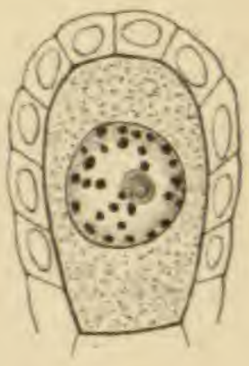
12

E. Laue, Lith. Inst. Berlin.

A. Ernst gez.

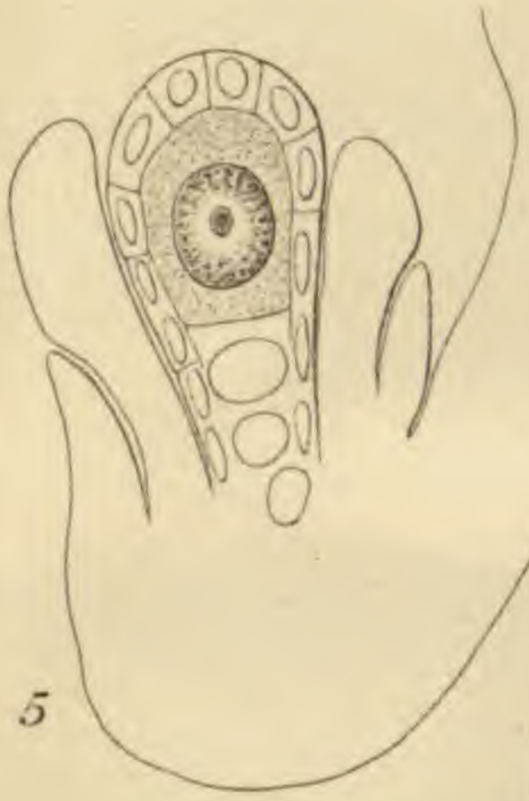

1

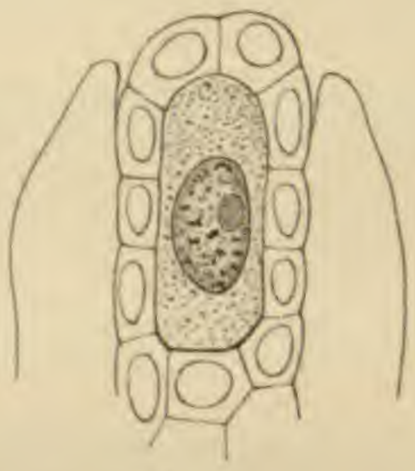

2


7

3

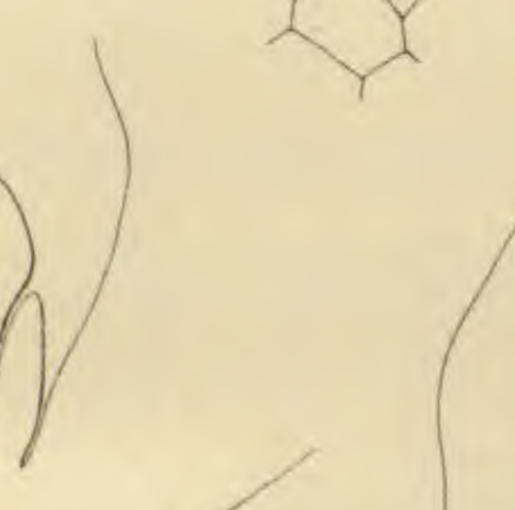
4


5

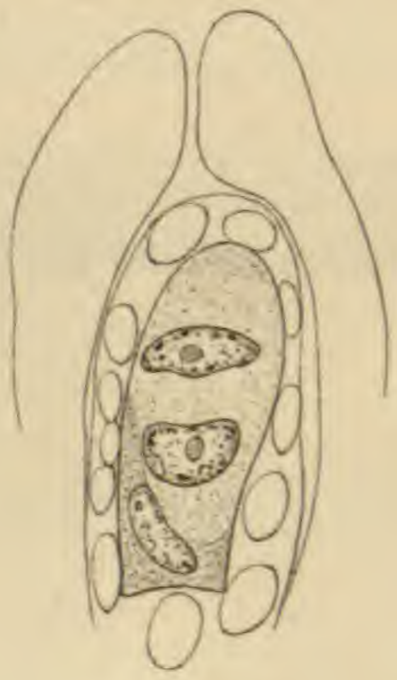

6

9

8


11

12

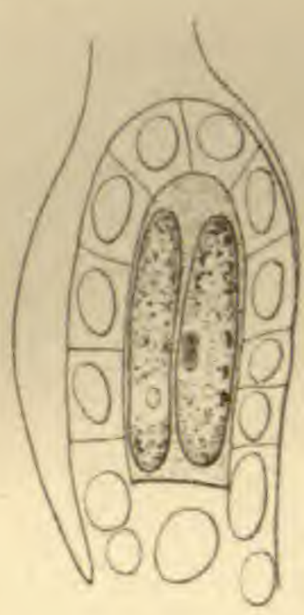

13

19

10

20

18


15

17

21

22

23

14

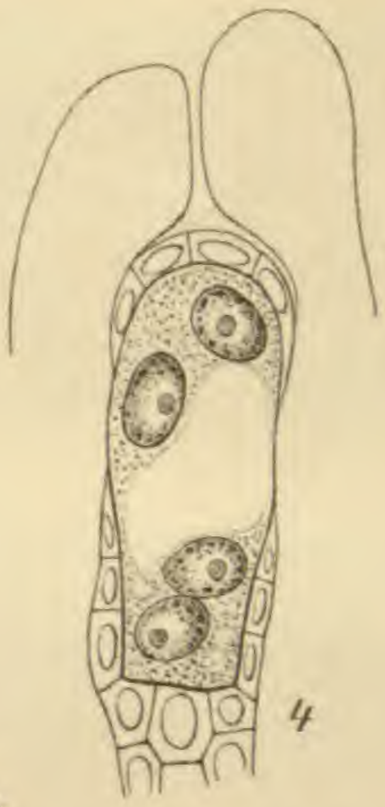
16

E. Laue, Lith. Inst. Berlin.

A. Ernst gez.

1

2


4

5

7

3

9

6

11

10

12

8

15

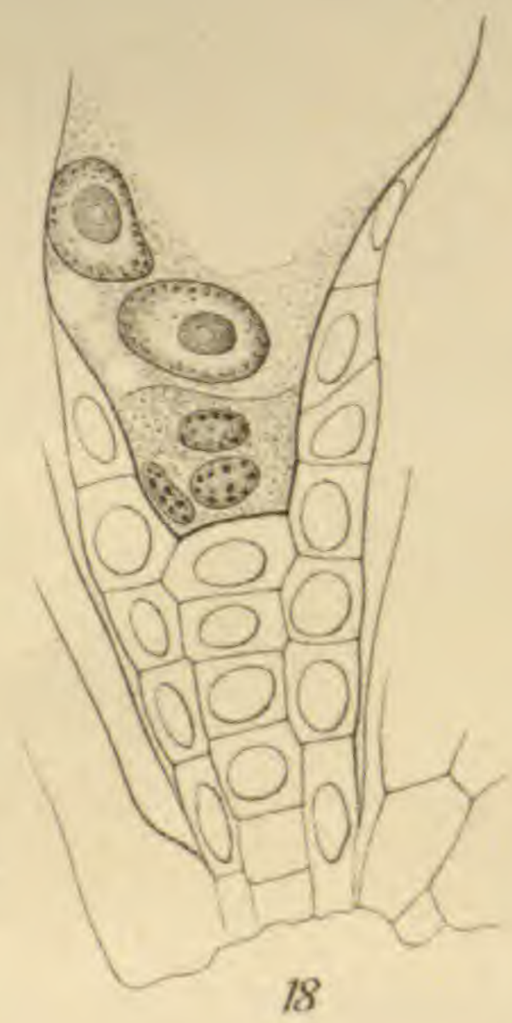
16

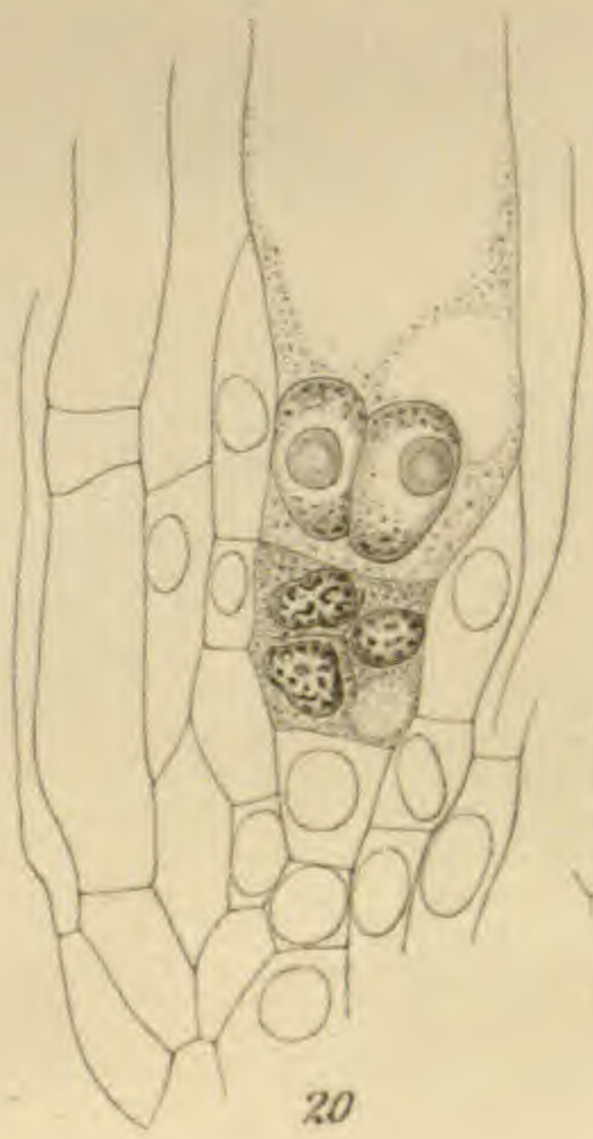
13

14

19

17


18


20

21

E.Laue, Lith. Inst. Berlin.

A. Ernst gez.

1

2

3

4

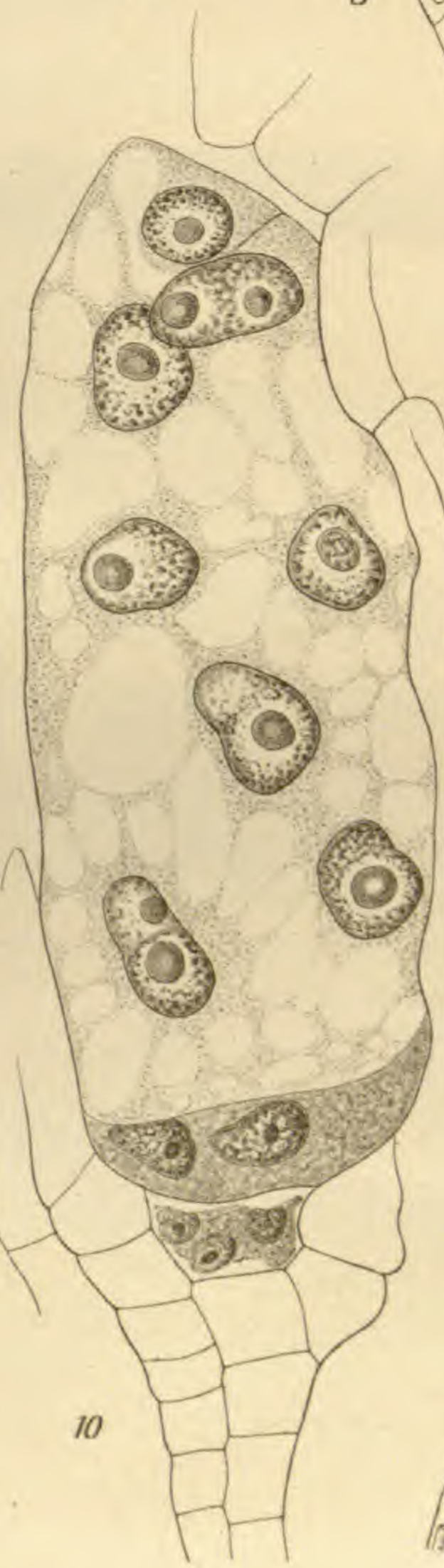
5

6

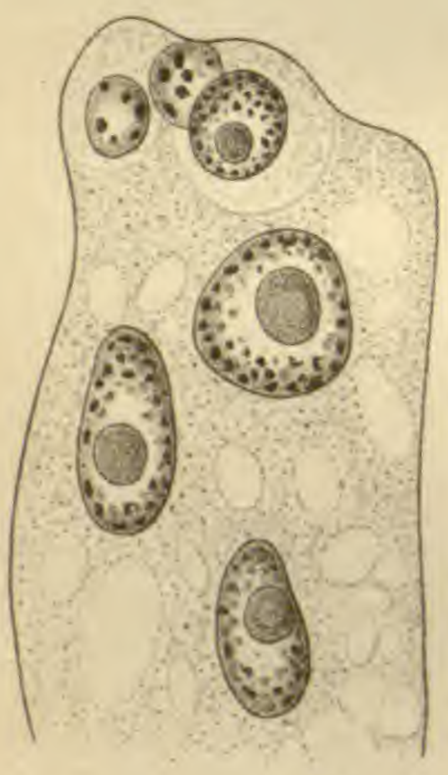
7

8

9



10



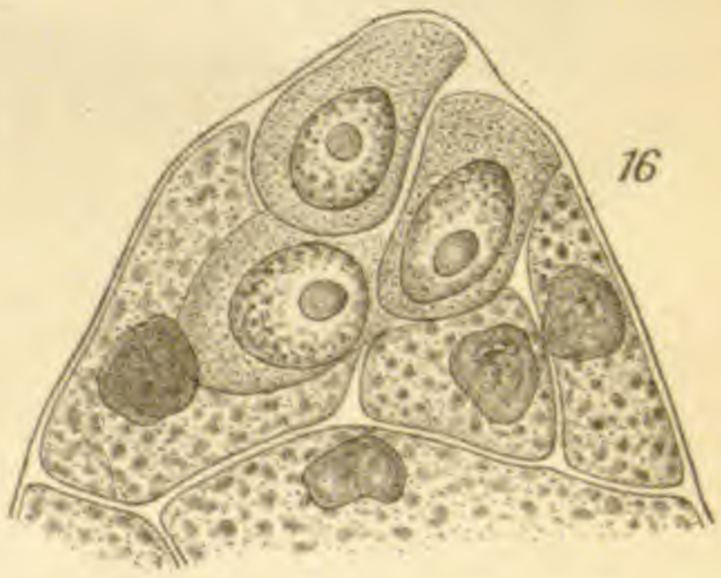
11

12

13

14

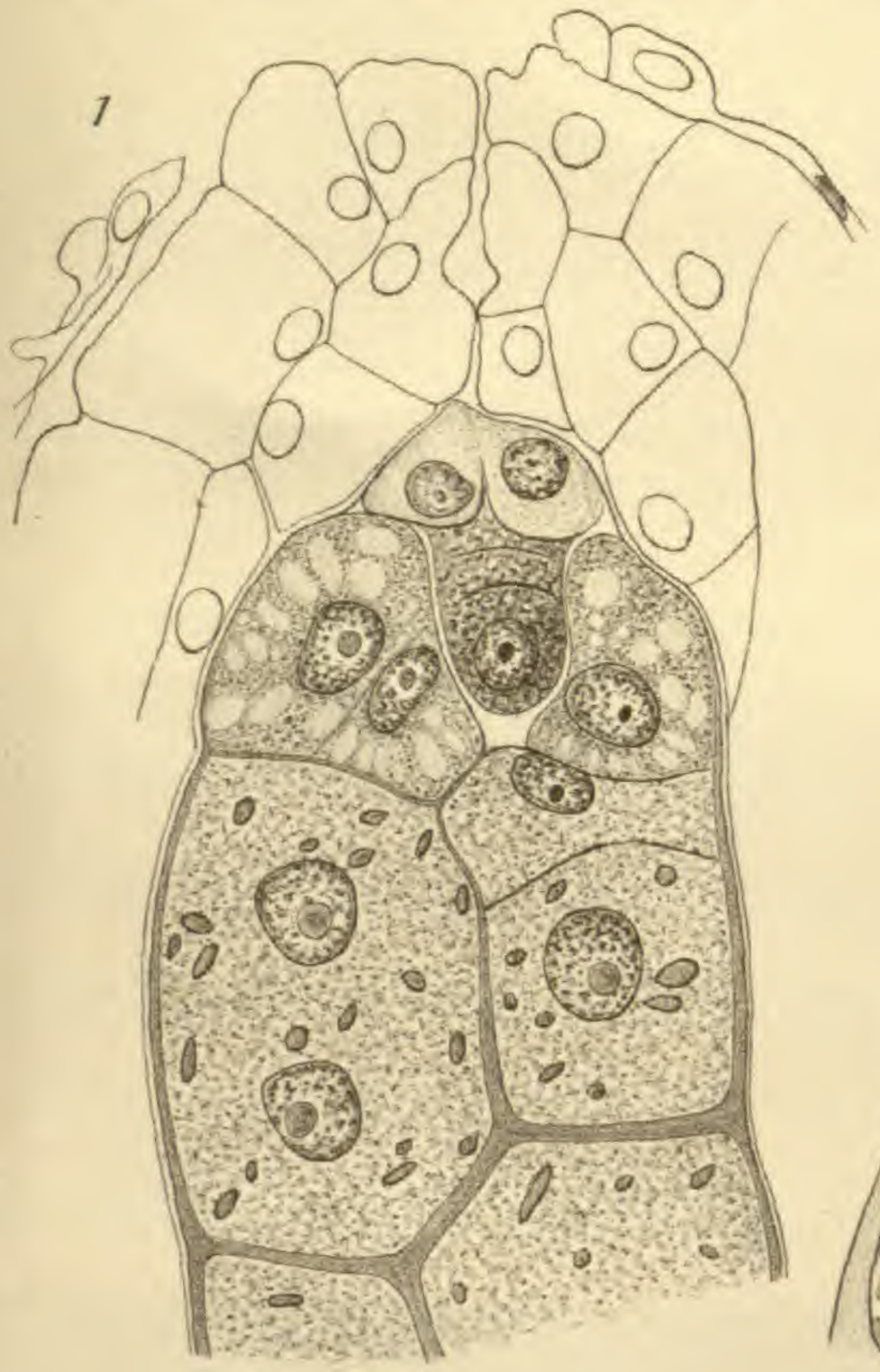
15

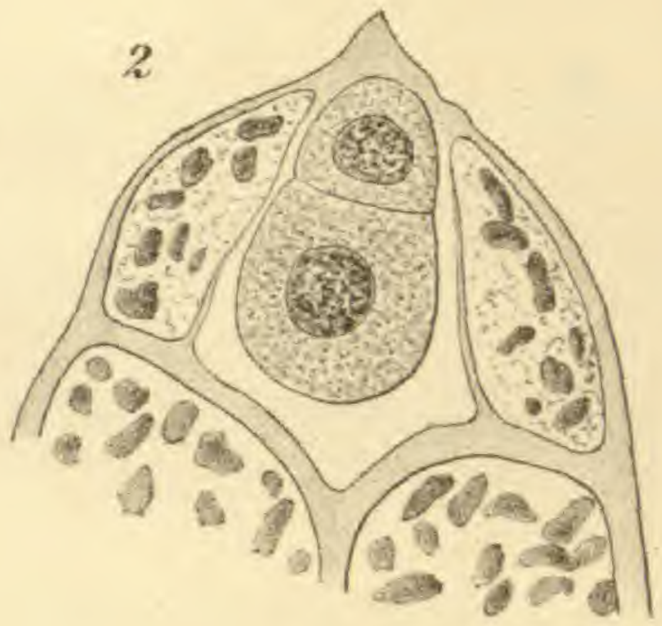


16

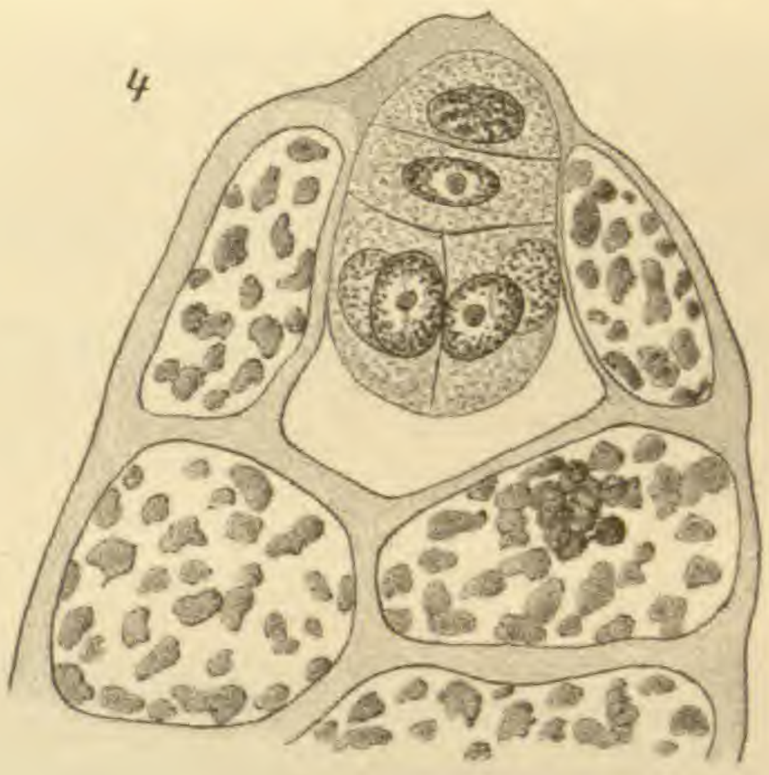
A. Ernst gez.

E. Laue, Lith. Inst. Berlin.

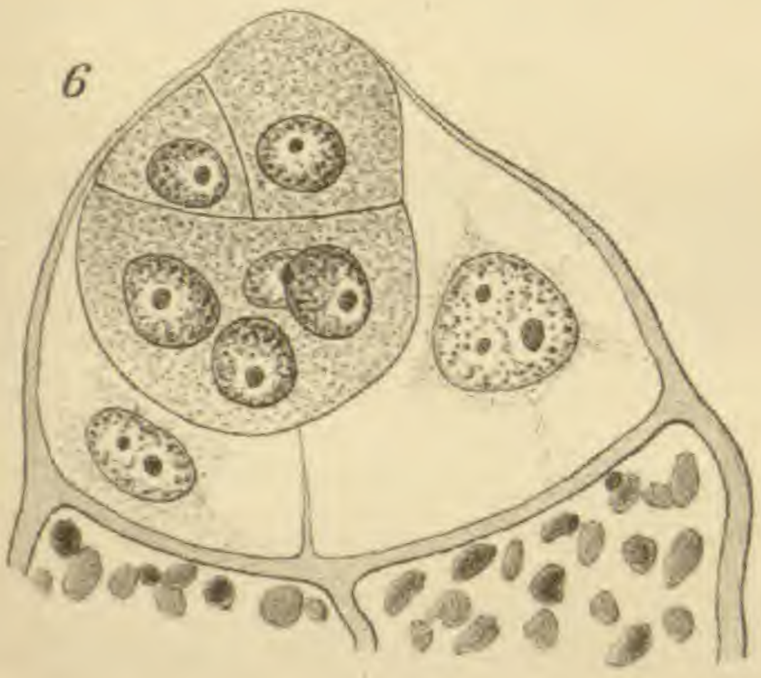

1


2

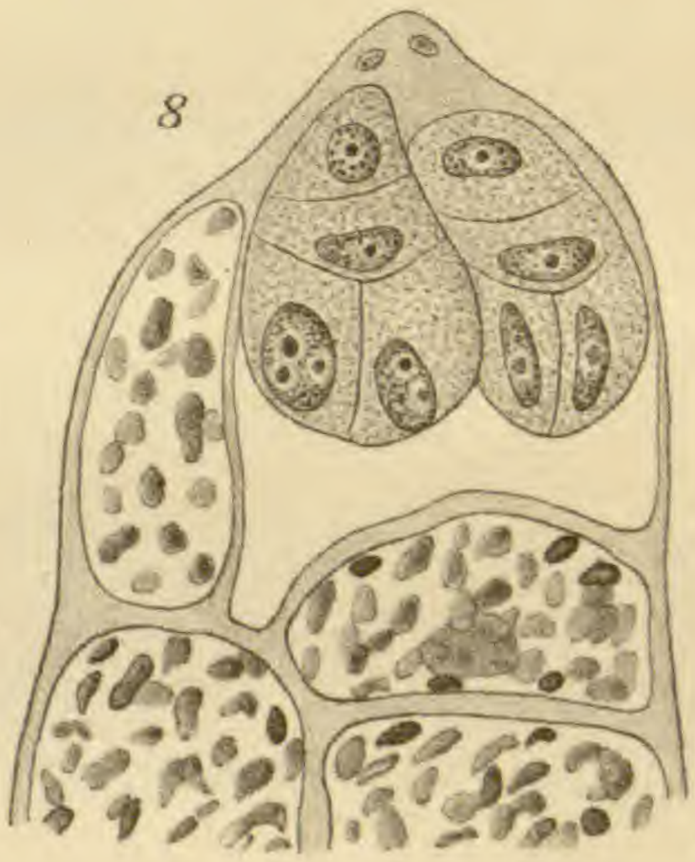
3

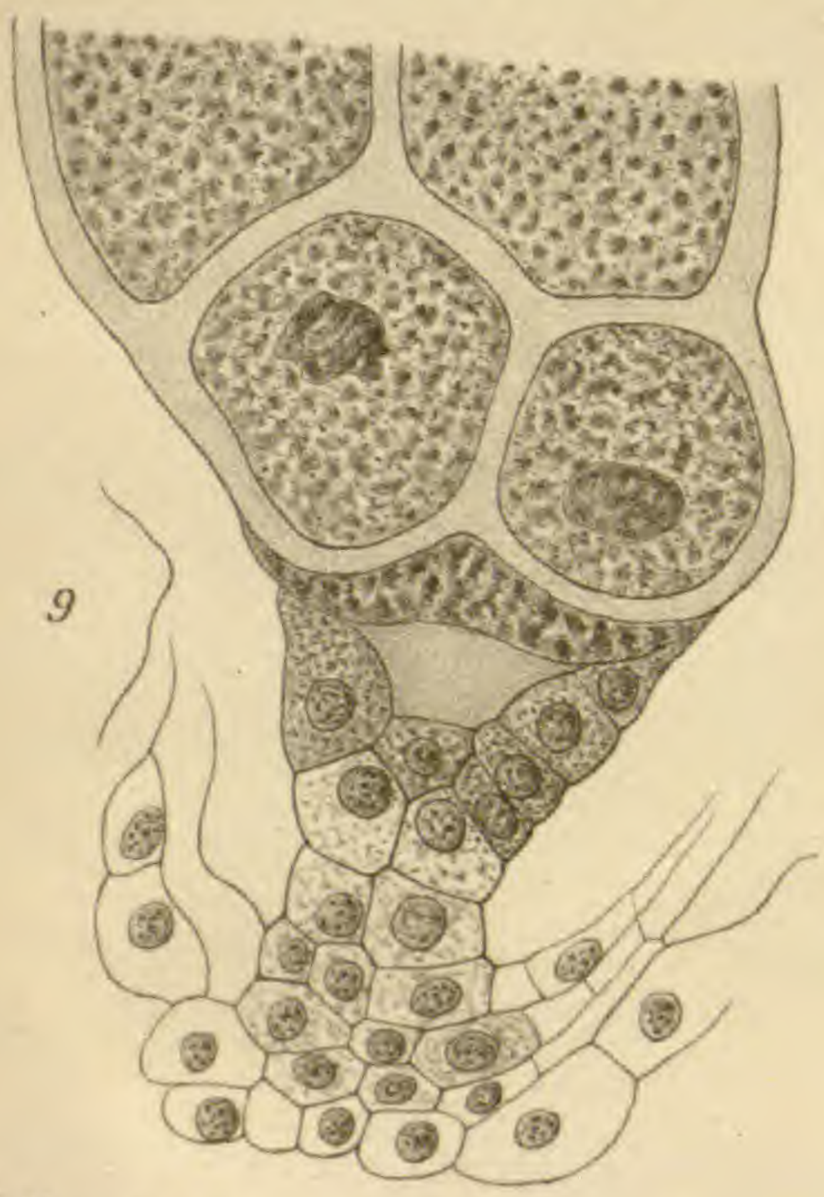

4

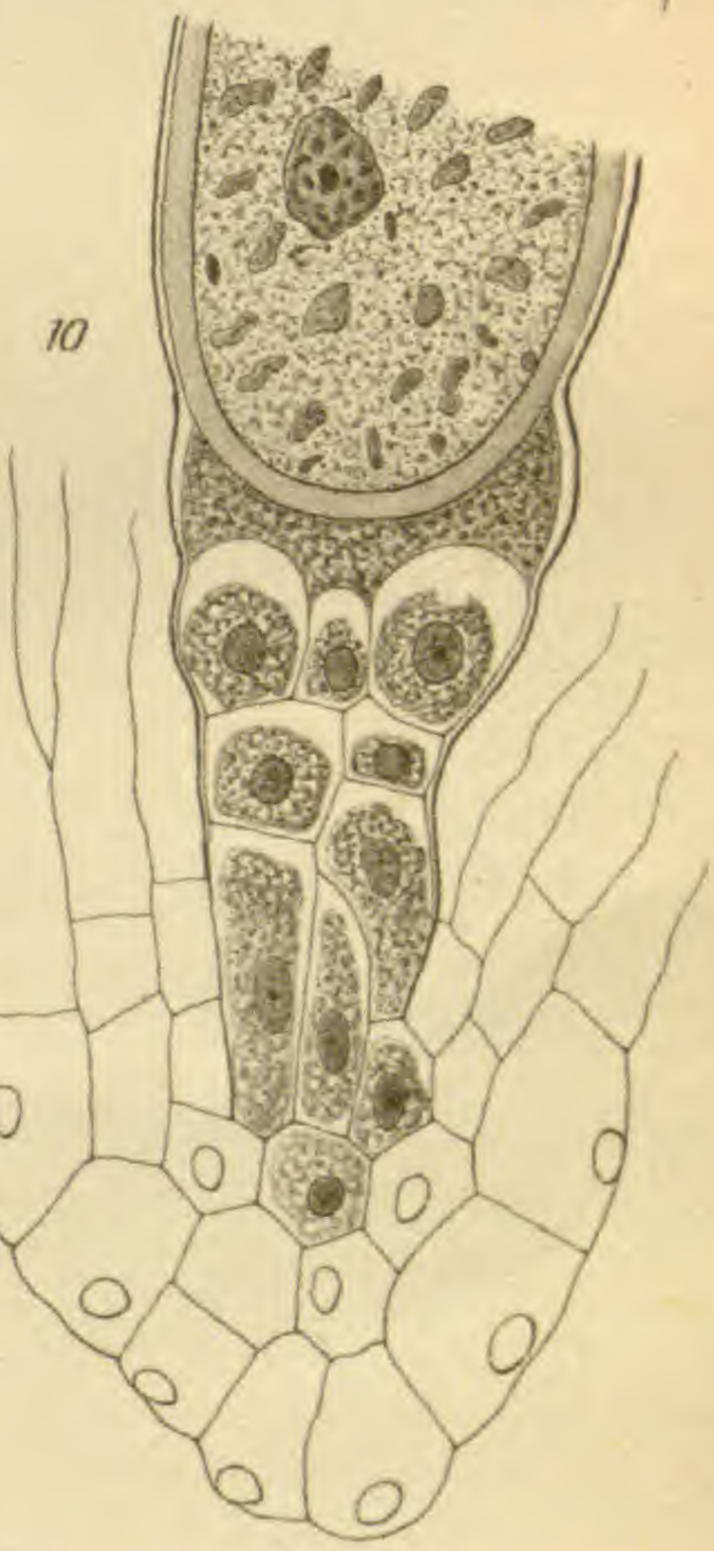
5


6

7


8


9


10

A. Ernst gez.

E. Laue, Lith. Inst. Berlin.

Nous sommes obligés, à cause de l'abondance des matières, de prier les auteurs de limiter à environ deux feuilles d'impression l'étendue des travaux qu'ils désirent publier dans les Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Dans des cas spéciaux la longueur des travaux pourrait être plus considérable, mais la Direction des Annales devrait alors prendre une décision à ce sujet.

En outre, nous serions heureux si les auteurs voulaient bien, avant que le manuscrit qu'ils destinent aux annales soit achevé, informer la Direction du sujet qu'ils traitent, de l'étendue du travail et du nombre des figures. Ceci afin que l'Editeur puisse être avisé dans le plus bref délai, et afin d'éviter tout retard inutile.

LA DIRECTION.

Die Menge des für die Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg zur Verfügung stehenden Stoffes zwingt uns zu der Bitte an die Herrn Verfasser, den Umfang ihrer für die Annalen bestimmten Arbeiten auf ungefähr zwei Druckbogen zu beschränken. In besonderen Fällen kann dieses Mass wohl überschritten werden, doch muss sich die Direktion die Entscheidung hierüber vorbehalten.

Die Verfasser würden uns zu Dank verpflichten, wenn sie der Redaktion schon vor der Fertigstellung ihrer für die Annalen bestimmten Aufsätze von dem Thema und dem Umfang der Arbeiten sowie der Anzahl der beizugebenden Abbildungen Mitteilung machen wollten, zu dem Zweck, die rascheste Benachrichtigung des Verlags und die Vermeidung jeder unnötigen Verzögerung zu ermöglichen.

DIE REDAKTION.

On account of the abundance of material we are obliged to request authors to limit the extent of the papers they wish to publish in the „Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg" to about two sheets in print. In special cases the length of the papers might be extended, but the Editors of the „Annales" would have the decision in such a case.

Moreover we should be thankful if authors who are preparing a paper for the „Annales", would kindly inform the Direction of the subject they are dealing with, at the same time mentioning the probable extent and number of figures, in order that the Publisher may receive notice as soon as possible and needless delay may be prevented.

THE EDITORS.

TABLE DES MATIÈRES.

Pag.

GUILLAUMIN (A.), Observations sur quelques plantes critiques de la region indo-malaise rapportées aux Burséracées . . . 210

Explication de la planche XVI 218

ERNST (A.) und BERNARD (Ch.), Beiträge zur Kenntnis der Saprophyten Javas 219

X. Zur Systematik von Burmannia coelestis Don 219

Figurenerklärung zu Tafel XVII. 222

XI. Äussere und innere Morphologie von Burmannia coelestis Don . 223

Figurenerklärung zu Tafel XVIII 233

XII. Entwicklungsgeschichte des Embryosackes, des Embryos und des Eudosperms von Burmannia coelestis Don 234

Figurenerklärungen zu Tafel XIX—XXII 254

FABER (Dr. F. C. von), Spirogyra Tjibodensis N. Sp. (Eine schnell »zerspringende Form" mit parthenosporenähnliche und normale Zygoten) 258

BLAAUW (Dr. A. H.), Das Wachstum der Luftwurzeln einer Cissus-Art 266

Erklärung der Figuren 287

LIBRAIRIE ET IMPRIMERIE ci-devant E. J. BRILL, LEIDE.